ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

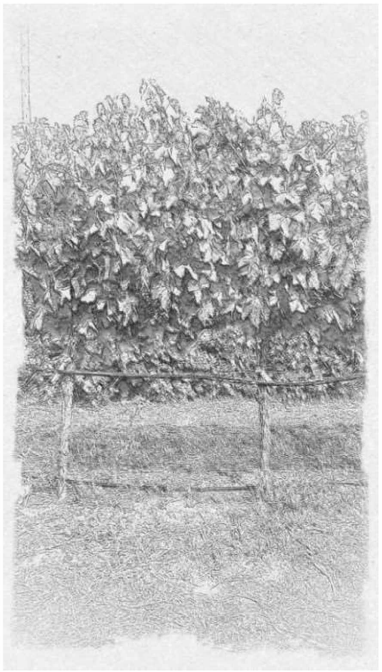
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής με βιοδιεγέρτη από αδρανοποιημένους ζυμομύκητες στη φυσιολογία και στα χαρακτηριστικά της παραγωγής των οινοποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου Αγιωργίτικο και Ασύρτικο υπό διαφορετικά επίπεδα άρδευσης



ΤΣΙΓΚΡΕΛΗ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Πετούμενου Δέσποινα

Βόλος, Ιούλιος 2023

«Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής με βιοδιεγέρτη από αδρανοποιημένους ζυμομύκητες στη φυσιολογία και στα χαρακτηριστικά της παραγωγής των οινοποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου Αγιωργίτικο και Ασύρτικο υπό διαφορετικά επίπεδα άρδευσης»

«Effect of foliar application with inactivated yeast biostimulant on physiology and production's characteristics of Agiorgitiko and Asyrtiko grapevine cultivars under different irrigation levels»

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Πετούμενου Δέσποινα (Επιβλέπουσα)

Επίκουρος Καθηγήτρια Αμπελουργίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Δαναλάτος Νικόλαος (Μέλος)

Καθηγητής, Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Λεβίζου Ευθυμία (Μέλος)

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Εργαστήριο Φυσιολογίας Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

«Βεβαιώνω ότι εγώ, η Τσιγκρέλη Αθανασία, είμαι η συγγραφέας αυτής της πτυχιακής διατριβής, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ»

Ευχαριστίες

Εκ των προτέρων, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου και Επίκουρο Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Αμπελουργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κα. Πετούμενου Δέσποινα, για την ανάθεση του θέματος, τις οδηγίες και τις συμβουλές για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Διευθυντές των εργαστηρίων: Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας, Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, Δενδροκομίας, Ζιζανιολογίας, Κηπευτικών Καλλιεργειών, Μοριακής Βιολογίας Φυτών, Φυσιολογίας Φυτών και Φυτοπαθολογίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη διάθεση του εξοπλισμού των εργαστηρίων τους ώστε να διεξαχθούν κάποια από τα μέρη του πειραματικού μέρους αυτής της πτυχιακής διατριβής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Σουίπα Σπύρο, για τη βοήθεια που πρόσφερε ως προς τις καλλιεργητικές τεχνικές που απαιτούσε η πειραματική διαδικασία.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....6

Κεφάλαιο 1ο.....8

1.1 Εισαγωγή.....8

1.1.1 Η ποικιλία Αγιωργίτικο.....8

1.1.1.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά.....9

1.1.2 Η ποικιλία Ασύρτικο.....9

1.1.2.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά.....9

1.1.3 Οι επιπτώσεις των υψηλών θερμοκρασιών και της ξηρασίας στα φυτά της αμπέλου.....10

1.1.4 Μηχανισμοί προσαρμογής και στρατηγικές αντιμετώπισης της υδατικής καταπόνησης και των υψηλών θερμοκρασιών.....11

1.1.5 Η χρήση βιοδιεγερτών με αδρανοποιημένους ζυμομύκητες.....13

1.1.6 Ο σκοπός της εργασίας.....14

Κεφάλαιο 2ο.....17

2.1 Υλικά και Μέθοδοι.....17

2.1.1 Στοιχεία για τον πειραματικό αμπελώνα.....17

2.1.2 Επεμβάσεις.....19

2.1.2.1 Διαφυλλικός ψεκασμός.....20

2.1.2.2 Άρδευση και συνολική παροχή νερού.....21

2.1.3 Κλιματικά δεδομένα.....24

2.1.4 Μετρήσεις για τη βλαστική ανάπτυξη και τη φυλλική επιφάνεια των πρέμνων.....26

2.1.5 Μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων και μορφολογικών χαρακτηριστικών του φύλλου (Μετρήσεις ανταλλαγής αερίων).....26

2.1.5.1 Μέτρηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητα, διαπνοής και στοματικής αγωγιμότητας.....27

2.1.5.2 Υπολογισμός της ενδογενούς αποτελεσματικότητας χρησιμοποίησης νερού (WUE_i).....27

2.1.5.3 Μέτρηση για την πυκνότητα των στομάτων.....27

2.1.6 Μετρήσεις για τη θερμοκρασία των φύλλων.....28

2.1.7 Δειγματοληψίες και αναλύσεις κατά την πορεία ωρίμανσης των σταφυλιών.....28

2.1.7.1 Υπολογισμός του βάρους των 50 ραγών (g).....29

2.1.7.2 Υπολογισμός περιεκτικότητας σε σάκχαρα (ºBrix).....29

2.1.7.3 Προσδιορισμός της ολικής οξύτητας (%).....30

2.1.7.4 Προσδιορισμός του pH.....31
2.1.8 Τρυγητός.....32
2.1.8.1 Μετρήσεις παραγωγής.....33
2.1.8.1.1 Μετρήσεις σταφυλής.....33
2.1.8.1.2 Μετρήσεις ράγας.....34
2.1.8.2 Χημική σύσταση γλεύκους.....35
2.1.8.3 Φαινολική σύσταση των φλοιών.....36
2.1.9 Μετρήσεις σχετικές με την ισορροπία των πρέμνων.....37
2.1.10 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.....38
Κεφάλαιο 3ο.....39
3.1 Αποτελέσματα.....39
3.1.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα.....39
3.1.2 Αισθητήρες εδαφικής υγρασίας.....43
3.1.3 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στη βλαστική ανάπτυξη και τη φυλλική επιφάνεια.....45
3.1.4 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στις φυσιολογικές παραμέτρους και στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φύλλου.....48
3.1.5 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στη θερμοκρασία του φύλλου.....85
3.1.6 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στην πορεία ωρίμανσης της σταφυλής...94
3.1.7 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στα χαρακτηριστικά της παραγωγής....100
3.1.8 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στη φαινολική σύσταση του φλοιού.....108
3.1.9 Ο Δείκτης Ravaz.....110
Κεφάλαιο 4ο.....112
4.1 Συζήτηση.....112
4.1.1 Ποικιλία Ασύρτικο.....112
4.1.2 Ποικιλία Αγιωργίτικο.....116
Κεφάλαιο 5ο.....120
5.1 Συμπεράσματα.....120
5.1.1 Για την ποικιλία Ασύρτικο.....120
5.1.1 Για την ποικιλία Αγιωργίτικο.....121
Κεφάλαιο 6ο.....123
6.1 Βιβλιογραφία.....123
6.1.1 Ελληνική Βιβλιογραφία.....123
6.1.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....123
6.1.3 Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις.....127

Περίληψη

Ο σκοπός αυτής της εργασίας, που πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Αμπελουργίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά το έτος 2022, ήταν η μελέτη της επίδρασης της διαφυλλικής εφαρμογής με βιοδιεγέρτη από αδρανοποιημένους ζυμομύκητες, στη φυσιολογία, στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής των οινοποιήσιμων ποικιλιών Αγιωργίτικο και Ασύρτικο υπό διαφορετικά επίπεδα άρδευσης.

Αρχικά, γίνεται ο σχεδιασμός του πειράματος, όπου διαχωρίζονται οι πέντε επεμβάσεις με βάση τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και τη διαφυλλική εφαρμογή ή μη του βιοδιεγέρτη LalVigne ProHydro™. Στη συνέχεια, ακολουθούν οι μετρήσεις όπου οι περισσότερες γινόντουσαν επί τόπου στον αμπελώνα (για τη φυσιολογία και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής), ενώ υπήρχαν και εργαστηριακές αναλύσεις, οι οποίες αφορούσαν κυρίως τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Το επόμενο βήμα είναι η σύγκριση των δεδομένων των πέντε μεταχειρίσεων, που προέκυψαν από τις μετρήσεις.

Αυτή η προβολή των αποτελεσμάτων και η σύγκριση τους, οδήγησε σε διάφορα συμπεράσματα. Το κύριο συμπέρασμα είναι ότι η εφαρμογή του βιοδιεγέρτη σίγουρα επηρεάζει τη φυσιολογία και τα χαρακτηριστικά της παραγωγής των δύο οινοποιήσιμων ποικιλιών. Ωστόσο, τα αποτελέσματα για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής ήταν άλλοτε θετικά και άλλοτε αρνητικά ανάλογα την ποικιλία και έτσι, φαίνεται ότι η δράση του βιοδιεγέρτη επηρεάζεται και από τον παράγοντα ποικιλία. Τα υπόλοιπα στοιχεία έδειξαν πολύ θετικά αποτελέσματα στη φυσιολογία, στην ανάπτυξη και παραγωγή των ποικιλιών Αγιωργίτικο και Ασύρτικο.

Λέξεις κλειδιά: Βιοδιεγέρτης, αδρανοποιημένοι ζυμομήκυτες, Αγιωργίτικο, Ασύρτικο, φυσιολογία αμπέλου, παραγωγή

Abstract

The purpose of this thesis, carried out in the Viticulture Laboratory of the Department of Agriculture, Plant Production and Rural Environment of the University of Thessaly during the year 2022, was the study of the effects of the foliar application with a biostimulant from inactivated yeasts, LalVigne ProHydro™, on the physiology, quantitative and qualitative characteristics of the production of Agiorgitiko and Asyrtiko grapevine varieties under different irrigation levels.

First of all, the design of the experiment was carried out, where the five treatments were separated based on the different levels of irrigation and the foliar application or not of the biostimulant. This was followed by the measurements, most of which were done on site in the vineyard (for the physiology and quantitative characteristics of the production), while there were also laboratory analyses which mainly concerned the qualitative characteristics of the production. The next step was to compare the data of the five treatments, resulting from the measurements.

This presentation of the results and their comparison led to several conclusions. The main conclusion is that the application of the biostimulant definitely affects the physiology and the production characteristics of the two winemaking varieties. However, the results for the quality characteristics were sometimes positive while other times negative depending on the variety and thus, it seems that the function of the biostimulant is also affected by the variety factor. The rest of the data showed very positive results on the physiology, growth and yield of the Agiorgitiko and Asyrtiko varieties.

Keywords: Biostimulant, inactivated yeasts, Agiorgitiko, Assyrtiko, grapevine physiology, yield

Κεφάλαιο 1ο

1.1 Εισαγωγή

1.1.1 Η ποικιλία Αγιωργίτικο

Η ελληνική ερυθρή οινοποιήσιμη ποικιλία Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L. cv. Agiorgitiko) καλλιεργείται στην περιοχή της Νεμέας Κορινθίας και αξιοσημείωτο είναι ότι ο αμπελώνας της είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός ερυθρών οίνων στην Ελλάδα (Σταύρακας, 2015). Σήμερα, η ποικιλία καλλιεργείται στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές της χώρας και παγκοσμίως (Σταυρακάκης, 2019).

1.1.1.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά

Η **κορυφή του νεαρού βλαστού** του Αγιωργίτικου είναι ανοιχτή έως μέση, με βαμβακώδη υφή και λευκοπράσινη με ερυθρή παρυφή.

Το **αναπτυγμένο φύλλο** είναι μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους, σφηνοειδούς σχηματισμού και πεντάλοβο. Οι άνω πλάγιοι κόλποι είναι βαθείς, κλειστοί με επικαλυπτόμενα χείλη, σε αντίθεση με τους κάτω πλάγιους κόλπους που είναι αβαθείς έως μόλις διακρινόμενοι. Το χρώμα του ελάσματος στην άνω επιφάνεια είναι σκούρο πράσινο και στην κάτω πιο ανοιχτόχρωμο. Η οδοντοστοιχία του είναι χονδρή και τα δόντια έχουν ευθύγραμμες ή κυρτές πλευρές. Ο μισχικός κόλπος είναι σχήματος V ή U κλειστό με επικαλυπτόμενα χείλη. Τέλος, ο μίσχος είναι πολύ μακρύς και μέσου πάχους.

Η **σταφυλή** αυτής της ποικιλίας είναι μετρίου έως μεγάλου μεγέθους με κυλινδροκωνικό σχηματισμό, μέσου μήκους και με υψηλή πυκνότητα. Οι **ράγες** που φέρει είναι σφαιρικές, μεσαίου έως μικρού μεγέθους και έχουν κυανομελανή χρωματισμό. Ο φλοιός τους είναι παχύς με άφθονη ανθηρότητα και η σάρκα είναι μαλακή και χυμώδης (Σταύρακας, 2015).

Εικόνα 1. Χαρακτηριστική σταφυλή της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

1.1.2 Η ποικιλία Ασύρτικο

Η λευκή οινοποιήσιμη ποικιλία Ασύρτικο (*Vitis vinifera* L. cv. Asyrtiko) είναι γηγενής της Σαντορίνης, όπου είναι το κέντρο καλλιέργειας της. Σήμερα, έχει μεγάλη διασπορά σε όλη την Ελλάδα, αλλά ένα μοναδικό χαρακτηριστικό που διατηρεί είναι

ότι καλλιεργείται αυτόριζη σε κυπελλοειδές στεφανωτό σχήμα στη Σαντορίνη, σε αντιδιαστολή με τις υπόλοιπες περιοχές που ευδοκιμεί και καλλιεργείται με διαμόρφωση Royat και Guyot (Σταύρακας, 2015).

1.1.2.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά

Το Ασύρτικο παρουσιάζει μία **κορυφή νεαρού βλαστού** όπου είναι ενδιάμεση έως ανοιχτή, έχει υφή αραχνοϋφής και πράσινο χρωματισμό.

Το **ανεπτυγμένο φύλλο** της είναι μεγάλου έως μεσαίου μεγέθους με σφηνοειδές σχήμα και πεντάλοβο ή τρίλοβο. Το χρώμα του ελάσματος είναι πράσινο στιλπνό και επιπλέον, στην κάτω επιφάνεια του είναι βαμβακώδες. Οι άνω πλάγιοι κόλποι είναι ροπαλοειδούς σχήματος με επικαλυπτόμενα χείλη στις άκρες και οι κάτω κόλποι είναι αβαθείς έως μέσου μεγέθους. Επίσης, τα δόντια του είναι 2 μεγεθών, σχεδόν με ευθύγραμμες πλευρές και ο μισχικός κόλπος έχει σχήμα U.

Η πυκνή προς μέσης πυκνότητας **σταφυλή** της είναι μεσαίου μεγέθους και κυλινδροκωνική. Η μεσαίου μεγέθους **ράγα** είναι σφαιρική και αποκτάει κιτρινοπράσινη έως κίτρινη χρυσίζουσα απόχρωση. Ο φλοιός της είναι μετρίου πάχους, όπου η επιδερμίδα είναι διαφανής με λεπτό στρώμα ανθηρότητας. Τέλος, η σάρκα της ράγας είναι μαλακή, χυμώδης και έχει γεύση υπόξινη και ευχάριστη (Σταύρακας, 2015).

Εικόνα 2. Χαρακτηριστική σταφυλή της ποικιλίας Ασύρτικο.

1.1.3 Οι επιπτώσεις των υψηλών θερμοκρασιών και της ξηρασίας στα φυτά της αμπέλου

Οι περισσότεροι αμπελώνες βρίσκονται σε περιοχές της εύκρατης ζώνης (για παράδειγμα με μεσογειακού τύπου κλίματος), όπου αυτό συνεπάγεται με εποχιακές ξηρασίες και υψηλές θερμοκρασίες (Gambetta *et al.*, 2020). Το φυτό της αμπέλου (*Vitis vinifera* L.) είναι θερμόφιλο (30-65 °C) (Anastasiadi *et al.,* 2010) και έχει μεγάλη προσαρμοστικότητα στις διάφορες συνθήκες. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής παρατηρείται περεταίρω άνοδος της μέσης θερμοκρασίας και μείωση του εδαφικού νερού και της ατμοσφαιρικής υγρασίας (Moreno *et al.*, 2022). Αυτές οι κλιματικές μεταβολές οδηγούν στην ταχύτερη εμφάνιση των φαινολογικών σταδίων της αμπέλου και στην πρωίμιση της συγκομιδής της παραγωγής. Έτσι, τα παραγόμενα σταφύλια καταλήγουν με ατελή ωρίμανση, η οποία θέτει σε κίνδυνο τον παραγόμενο οίνο (Kogkou *et al.*, 2017).

Η άμπελος κατέχει υψηλές απαιτήσεις στην ποσότητα νερού που χρειάζεται ανά καλλιεργητική περίοδο και μάλιστα, οι τιμές αυτές αγγίζουν τα 300-700 mm (Medrano *et al.,* 2010). Όπως είναι φυσικό, η μεγαλύτερη ζήτηση σε νερό διαδραματίζεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (πιο ξηρή περίοδο), αλλά πλέον λόγω της αυξανόμενης λειψυδρίας κατά τη διάρκεια όλου του έτους, αυτή η ζήτηση πολλαπλασιάζεται. Επομένως, τα φυτά της αμπέλου έρχονται πιο εύκολα αντιμέτωπα με την υδατική καταπόνηση.

Έχει αποδειχθεί ότι οι αφυδατωμένοι ιστοί επιβιώνουν πιο εύκολα σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες, αλλά δημιουργούνται διάφορα προβλήματα λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της έλλειψης νερού. Πιο συγκεκριμένα, οι υψηλές θερμοκρασίες θεωρούνται μόνιμη απειλή κατά τα στάδια της αναπαραγωγής, διότι μπορούν να επιφέρουν ζημιές σε ευαίσθητα όργανα ή ιστούς μέσω της αποβολής ανθέων ή της ανώμαλης ανάπτυξης των γυρεόκοκκων και των ανθήρων (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012). Επιπλέον, μπορούν να επιβραδύνουν την ανάπτυξη των ραγών και να εμποδίσουν την συσσώρευση των σακχάρων (Greer and Weedon, 2013). Εξίσου, η υδατική καταπόνηση επηρεάζει αρνητικά την ποσότητα και την ποιότητα της παραγωγής, γιατί μειώνεται η βλαστική ανάπτυξη και η φυλλική επιφάνεια, το μέγεθος της ράγας λόγω αφυδάτωσης, η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η στοματική αγωγιμότητα και η διαπνοή (Simpson, 1981). Ακόμα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά διαφοροποιούνται όσο το φυτό βρίσκεται κάτω από το καθεστώς της υδατικής

καταπόνησης με αύξηση των Διαλυτών Στερεών Συστατικών (ΔΣΣ) και των φαινολικών ενώσεων (Moreno *et al.*, 2022). Τέλος, τα φωτοσυνθετικά προϊόντα δεν κατανέμονται σωστά μεταξύ του υπέργειου και υπόγειου τμήματος του φυτού (Simpson, 1981) και έτσι, δεν γίνεται σωστή αποταμίευση της ξηράς ουσίας και γι' αυτό μπορεί να επηρεαστεί η παραγωγή της επόμενης χρονιάς.

1.1.4 Μηχανισμοί προσαρμογής και στρατηγικές αντιμετώπισης της υδατικής καταπόνησης και των υψηλών θερμοκρασιών

Γενικά, τα φυτά μόλις αντιληφθούν την έλλειψη νερού προβαίνουν στην ενεργοποίηση του μηχανισμού βραχυπρόθεσμου εγκλιματισμού[1] για να διατηρήσουν την κυτταρική ομοιόσταση. Έπειτα, κλείνουν τα στόματα τους για τον περιορισμό των διαπνευστικών απωλειών μέσω της μείωσης της ταχύτητας διαπνοής. Όμως, αυτή η κίνηση καταλήγει να φέρει επιρροή σε ζωτικές λειτουργίες (πχ. φωτοσυνθετική ταχύτητα και φωτοχημική απόδοση του PSII) (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012). Ωστόσο, η εξέλιξη των μηχανισμών προσαρμογής της αμπέλου και κυρίως η στρατηγική επιβίωσης/αντιμετώπισης που δημιουργεί κατά την υδατική καταπόνηση (η οποία διαφέρει ανά ποικιλία), την εντάσσει στα φυτά που έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται γρήγορα σε δύσκολες συνθήκες.

Αρχικά, η έλλειψη νερού στο περιβάλλον της ρίζας οδηγεί στη μείωση του υδατικού δυναμικού στα φυτά (Simonneau *et al.*, 2017). Στην άμπελο έχουν παρατηρηθεί δύο διαφορετικές συμπεριφορές διαχείρισης του υδατικού δυναμικού, οι οποίες είναι οι εξής:

i. Ισοϋδρική συμπεριφορά

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, τα φυτά διατηρούν υψηλό υδατικό δυναμικό νερού, ακόμα και όταν το έδαφος στεγνώσει πλήρως. Ωστόσο, παρατηρείται μείωση στην στοματική αγωγιμότητα (gs) (Simonneau *et al.*, 2017).

ii. Ανισοϋδρική συμπεριφορά

Σε αυτή την περίπτωση, τα φυτά, κατά τη διάρκεια της ημέρας, μειώνουν το υδατικό δυναμικό του νερού. Επιπλέον, διατηρούν σε υψηλά επίπεδα τη στοματική αγωγιμότητα (gs), άρα και τα επίπεδα αφομοίωσης του CO_2 (διατήρηση

[1] Επίκτητες τροποποιήσεις μορφολογικών ή/και φυσιολογικών χαρακτηριστικών οι οποίες συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου ενός φυτικού οργανισμού, ως απάντηση στην ύπαρξη ενός ή περισσότερων παραγόντων καταπόνησης (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012).

φωτοσύνθεσης) υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Τέλος, τα ανισοϋδρικά φυτά είναι πιο ανθεκτικά στην εμβολή[2] και ανακάμπτουν γρήγορα από συμβάντα μερικής εμβολής (Simonneau *et al.*, 2017).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι τα ανισοϋδρικά φυτά είναι πιο παραγωγικά υπό υδατική καταπόνηση και ότι τα ισοϋδρικά φυτά κάνουν καλή οικονομία νερού σε συνδυασμό με τη σωστή χρήση του. Συνεπώς, τα ανισοϋδρικά φυτά αμπέλου έχουν πλεονέκτημα σε συνθήκες μη περιοριστικές για τη φυσιολογία τους, ενώ τα ισοϋδρικά σε άνυδρα οικοσυστήματα (Simonneau *et al.*, 2017).

Ωστόσο, η κατάταξη των ποικιλιών με βάση την ικανότητα αντιμετώπισης της υδατικής καταπόνησης είναι σχετική και εξαρτάται από τη μεταβολή του υδατικού δυναμικού. Κάποιοι παράγοντες που το επηρεάζουν είναι: α) οι αλλαγές στην υδραυλική αγωγιμότητα των πρέμνων, β) η διαφορετική υδροστατική αρχιτεκτονική των μίσχων του φύλλου και γ) ο συνδυασμός της επίδρασης της στοματικής αγωγιμότητας και του αμπσισικού οξέος (ABA), του οποίου αυξάνεται η σύνθεση του στη ρίζα σε περίπτωση ξήρανσης του εδάφους και δίνει αυτή η κίνηση, το χημικό σήμα να κλείσουν τα στόματα (Σταυρακάκης, 2019). Τέλος, από διάφορες έρευνες έχει αποδειχθεί ότι οι στρατηγικές αντιμετώπισης δεν είναι ένα χαρακτηριστικό του γονότυπου και ότι μπορούν να ποικίλλουν στο ίδιο φυτό ανάλογα με την εποχή και την ανάπτυξη (Simonneau *et al.*, 2017).

1.1.5 Η χρήση βιοδιεγερτών με αδρανοποιημένους ζυμομύκητες

Το ασταθές κλίμα είναι γεγονός, όπως και οι επιπτώσεις που δημιουργεί στις καλλιέργειες. Ωστόσο, οι αγρότες έχουν βοήθεια από προϊόντα, όπου στα φυτά ενισχύουν α) την πρόσληψη και την αποτελεσματικότητα χρήσης των θρεπτικών στοιχείων, β) την αντοχή σε αβιοτικές καταπονήσεις, γ) την ποιότητα της παραγωγής και δ) την «υγεία» του εδάφους, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητα τους σε θρεπτικά συστατικά (EBIC, 2021, Jardin, 2015) . Τα προϊόντα αυτά αναφέρονται ως φυτικοί βιοδιεγέρτες (EBIC, 2021).

Ο όρος βιοδιεγέρτης, σήμερα, θεωρείται πολύ κοινός και αυτονόητος, παρόλο που έκανε την πρώτη του εμφάνιση το 1997 από τους Zhang and Schmidt και αποδόθηκε ως υλικά που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών σε μικρές ποσότητες. Ο απώτερος

[2] Η δημιουργία φυσαλίδων αέρα στα αγγεία του ξύλου λόγω της μεγάλης αρνητικής πίεσης (τάσης) που αναπτύσσεται μέσα σε αυτά. Έχει ως αποτέλεσμα τη θραύση της συνεχούς στήλης νερού και τη διακοπή της τροφοδοσίας με νερό από το αγγείο (Καραμπουρνιώτης κ.ά., 2012).

σκοπός αυτού του ορισμού ήταν η διαφοροποίηση των βιοδιεγερτών (μικρές ποσότητες) από τα λιπάσματα και τα υπόλοιπα βελτιωτικά εδάφους, τα οποία εφαρμόζονται σε μεγάλες ποσότητες (Jardin, 2015). Εν συνεχεία, οι Kauffman *et al.* (2007) έθεσαν τον ορισμό ως εξής: βιοδιεγέρτης είναι τα υλικά, εκτός των λιπασμάτων, που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών σε μικρές ποσότητες. Ωστόσο, σε μεταγενέστερη έρευνα των Zhang and Schmidt (2000) παρουσιάστηκε ότι κάποιοι βιοδιεγέρτες εμφανίζουν συμπεριφορά φυτοορμονών. Γι' αυτό, πλέον οι βιοδιεγέρτες, που είναι διαθέσιμοι σε διάφορες μορφές και με διάφορα συστατικά, κατατάσσονται σε τρεις ομάδες με βάση την προέλευση και το περιεχόμενο τους. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει προϊόντα με χουμικές ουσίες (HS), η δεύτερη προϊόντα με φυτοορμόνες (HCP) και η τρίτη προϊόντα με αμινοξέα (AACP). Ειδικότερα, στην δεύτερη ομάδα εντάσσονται και τα εκχυλίσματα θαλάσσιων φυκιών, τα οποία περιέχουν αυξίνες, κυτοκινίνες ή άλλα παράγωγα τους (Kauffman *et al.,* 2007). Τέλος, τα εμπορικά σκευάσματα μπορούν να περιέχουν διάφορα μείγματα αυτών των ουσιών ή και διάφορων μικροοργανισμών (Jardin, 2015).

Στην καλλιέργεια της αμπέλου έχουν εφαρμοστεί διάφορα τέτοια εμπορικά σκευάσματα, αλλά τα τελευταία χρόνια μελετώνται τα σκευάσματα με αδρανοποιημένους ζυμομύκητες. Οι ζυμομύκητες είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της αμπελουργίας και της οινολογίας, αφού οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι υπεύθυνοι για την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης και είναι η ασπίδα κατά της φυσικής καταστροφής και της επίθεσης παθογόνων με την παρουσία τους στο φλοιό της ράγας. Επιπλέον, συμμετέχουν στη σύνθεση σημαντικών μεταβολιτών, όπως οι φαινολικές και οι πτητικές ενώσεις (Giacosa *et al.*, 2019). Οι ζυμομύκητες αυτοί περιέχουν 75% νερό και 25% ξηρή ουσία, όπου το 25-50 % είναι υδατάνθρακες, το 30-75% είναι πρωτεΐνες, το 5-10% είναι ανόργανες ουσίες, το 2-5% λιπίδια, ένζυμα και βιταμίνες (Σουφλερός, 2015).

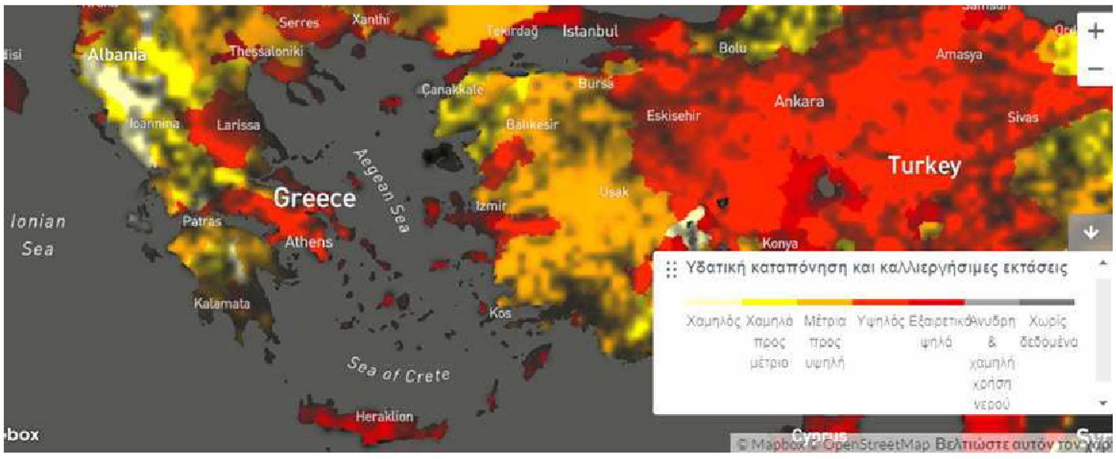
Η αρχική τους ταξινόμηση με βάση το μέγεθος και σχήμα τους διαχώριζε στους ελλειψοειδής και στους οξυκόρυφους. Μάλιστα, οι ελλειπτικές ζύμες αναφέρονταν ως *Saccharomyces cerevisiae* v. *ellipsoideus* και οι οξυκόρυφες ως *Saccharomyces apiculata.* Μετέπειτα όμως, αποδείχτηκε ότι υπήρχαν περισσότερα γένη και είδη, τα οποία πλέον ταξινομούνται με βάση τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των κυττάρων, τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και τον τρόπο αναπαραγωγής τους (Σουφλερός, 2015).

Ένας από τους πιο σημαντικούς ζυμομύκητες είναι ο *Saccharomyces cerevisiae,* ο οποίος είναι ευκαρυωτικός και μονοκύτταρος οργανισμός. Η χρησιμότητα του είναι πολύπλευρη, αφού συμμετέχει στην αλκοολική ζύμωση όπου αυξάνει την περιεκτικότητα σε αλκοόλη και CO_2 και έχει ανθεκτικότητα στις αντίξοες συνθήκες ωσμωτικότητας και χαμηλού pH (Parapouli *et al*., 2020).

Ωστόσο, τα παράγωγα του *Saccharomyces cerevisiae* από διαφορετικές διαδικασίες παραγωγής αποτελούν τα τελευταία χρόνια εμπορικά προϊόντα για διαφυλλική χρήση, γιατί τα φυσικά, αδρανοποιημένα παράγωγα μαγιάς κρασιού ενεργοποιούν τους μηχανισμούς άμυνας των φυτών και ενισχύουν τον δευτερογενή μεταβολισμό του καρπού που ωριμάζει, γιατί αναγνωρίζονται ως παθογόνα (Šuklje *et al*, 2016, Kogkou *et al.,* 2017). Εν κατακλείδι, τα παράγωγα που χρησιμοποιούνται είναι τα αμινοξέα που έχει συνθέσει ο ζυμομύκητας (Κόγκου, 2014).

1.1.6 Ο σκοπός της εργασίας

Η κλιματική αλλαγή όσο περνάνε τα χρόνια γίνεται πιο αντιληπτή μέσω των έντονων καιρικών φαινομένων (π.χ. έντονες βροχοπτώσεις και χαλαζοπτώσεις) και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δυσκολία καλλιέργειας πολλών καλλιεργειών έως και την υποβάθμιση των γεωργικών προϊόντων, όπως έχει παρατηρηθεί και στο αμπέλι (Petoumenou *et al.*, 2019). Όπως φαίνεται στην Εικόνα 3, πολλές καλλιεργήσιμες εκτάσεις ήταν κάτω από το καθεστώς της υδατικής καταπόνησης στην Ελλάδα το 2013, οι οποίες με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα των τελευταίων χρόνων θα έχουν αυξηθεί.



Εικόνα 3. Καλλιεργήσιμες εκτάσεις της Ελλάδας υπό διάφορες βαθμίδες της υδατικής καταπόνησης το έτος του 2013 (Πηγή: World Resource Institute).

Με βάση τον OIV (2022), την χρονιά του 2022 παρουσιάστηκε η χειρότερη ξηρασία των τελευταίων 500 ετών, αφού τα 2/3 της Ευρώπης βρίσκονταν σε κατάσταση ξηρασίας ή σε κατάσταση συναγερμού λόγω των υψηλών κυμάτων καύσωνα. Έτσι, η σωστή διαχείριση του νερού είναι καθοριστικός παράγοντας για τις καλλιέργειες.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης της διαφυλλικής εφαρμογής με βιοδιεγέρτη από αδρανοποιημένους ζυμομύκητες στη φυσιολογία, στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής των ποικιλιών Αγιωργίτικο και Ασύρτικο υπό διαφορετικά επίπεδα άρδευσης.

Κεφάλαιο 2ο

2.1 Υλικά και Μέθοδοι

2.1.1 Στοιχεία για τον πειραματικό αμπελώνα

Το πείραμα διεξήχθη από τον Μάιο του 2022 μέχρι τον Μάρτιο του 2023 στον πειραματικό αμπελώνα που βρίσκεται στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, το οποίο χρησιμοποιείται για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς από το Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Πιο συγκεκριμένα, το αγρόκτημα βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου του Νομού Μαγνησίας, ενώ απέχει μικρή απόσταση από την Εθνική Οδό Αθηνών – Θεσσαλονίκης. Το Βόρειο Γεωγραφικό του Πλάτος είναι 39ο2΄ και το Ανατολικό Γεωγραφικό του Μήκος είναι 22ο45΄. Επιπλέον, το υψόμετρο του είναι 70 m από την επιφάνεια της θάλασσας και το τοπογραφικό του ανάγλυφο είναι σχεδόν ενιαίο.

Εικόνα 4. Αεροφωτογραφία από τον πειραματικό αμπελώνα.

Από εδαφολογικής άποψης, ο αμπελώνας έχει τύπο εδάφους ιλυο-πηλώδες με ιλυώδες, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα της εδαφολογικής ανάλυσης του πειραματικού αμπελώνα.

Καλλιέργεια	Αμπέλι	Αμπέλι	Αμπέλι
Περιοχή	Αγρόκτημα Π.Θ	Αγρόκτημα Π.Θ	Αγρόκτημα Π.Θ
Δείγμα	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
pH	7,73	7,90	7,90
$CaCO_3$ (%)	4,3	4,6	5,6
EC (μS cm $^{-1}$)	4500	900	500
Olsen-P (mg kg^{-1})	21,94	67803	24,45
NO_3-N (mg kg^{-1})	---	---	---
Υπολειμματικό N (kg/στρ)	---	---	---
Άμμος (%)	14,4	11,6	27,6
Ιλύς (%)	74,0	82,8	66,8
Άργιλος (%)	11,6	5,6	5,6
Τύπος Εδάφους	Ιλυο-πηλώδες	Ιλυώδες	Ιλυο-πηλώδες
Οργανική Ουσία (%)	1,95	1,68	1,01
Ανταλλάξιμο K^+ (mg kg^{-1})	315,8	642,5	474,2
Ανταλλάξιμο K^+ (cmol$_c$ kg^{-1})	0,81	1,65	1,22
Ανταλλάξιμο Na^+ (mg kg^{-1})	---	---	---
Ανταλλάξιμο Na^+ (cmol$_c$ kg^{-1})	---	---	---
Ανταλλάξιμο Mg^{2+} (mg kg^{-1})	675	153	628
Ανταλλάξιμο Mg^{2+} (cmol$_c$ kg^{-1})	5,63	1,28	5,23
Ανταλλάξιμο Ca^{2+} (mg kg^{-1})	1143	1048	1810
Ανταλλάξιμο Ca^{2+} (cmol$_c$ kg^{-1})	5,71	5,24	9,05
IAK (cmol$_c$ kg^{-1})	---	---	---
ESP (%)	---	---	---
Fe (DTPA) (mg kg^{-1})	15,35	5,29	7,12
Cu (DTPA) (mg kg^{-1})	2,75	2,46	2,60
Zn (DTPA) (mg kg^{-1})	1,73	1,57	1,11
Mn (DTPA) (mg kg^{-1})	4,25	4,96	4,77
Βόριο (Ζέον ύδωρ) (mg kg^{-1})	---	---	---

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην ερυθρή οινοποιήσιμη ποικιλία Αγιωργίτικο και στη λευκή οινοποιήσιμη ποικιλία Ασύρτικο, οι οποίες ήταν εμβολιασμένες στο υποκείμενο 1103 Paulsen. Η απόσταση φύτευσης επί της γραμμής ήταν 1 m και μεταξύ των γραμμών ήταν 3,5 m. Η διαμόρφωση των πρέμνων ήταν σε σχήμα αμφίπλευρο γραμμικό Royat (Εικόνα 5) και η υποστύλωση τους ήταν σε σχήμα τριπλού Τ. Τέλος, η ηλικία των πρέμνων ήταν 7 ετών, αφού ο αμπελώνας εγκαταστάθηκε το 2015.

Εικόνα 5. Διαμόρφωση πρέμνων σε σχήμα αμφίπλευρο γραμμικό Royat.

2.1.2 Επεμβάσεις

Οι επεμβάσεις της πειραματικής διαδικασίας διαχωρίστηκαν με βάση τον διαφυλλικό ψεκασμό με βιοδιεγέρτη από ζυμομήκυτα (*Saccharomyces cerevisiae*) και L-προλίνη φυσικής προέλυσης (*Corynebacterium glutamicum*), με εμπορική ονομασία LalVigne ProHydro™ (Lallemand Inc., Montreal, Canada) και την ποσότητα νερού, όπου τους παρέχονταν. Έτσι, υπήρχαν πέντε μεταχειρίσεις για κάθε ποικιλία, οι οποίες ήταν το Control, το Water Stress, το Water Stress Zymo, το Rain και το Rain Zymo. Στον αμπελώνα, επιπλέον, είχαν τοποθετηθεί κορδέλες έντονου χρώματος επί της γραμμής των πρέμνων για την επισήμανση της διαφοροποίησης της μεταχείρισης. Η μπλε κορδέλα επισήμανε το Control, η ερυθρόλευκη τις ψεκασμένες μεταχειρίσεις και η μη παρουσία κορδέλας το Rain και το Water Stress. Οι παρακάτω φωτογραφίες (Εικόνα 6,7,8,9 και 10) τραβήχτηκαν στις 30 Αυγούστου του 2022 και απεικονίζουν με επιτυχία την αλληλουχία των μεταχειρίσεων (Control⇨Water Stress⇨Water Stress Zymo⇨Rain Zymo⇨Rain) για την ποικιλία Αγιωργίτικο.

Εικόνα 6. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Control της ποικιλίας Αγιωργίτικο (μπλε κορδέλα).

Εικόνα 7. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Water Stress της ποικιλίας Αγιωργίτικο (απουσία κορδέλας).

Εικόνα 8. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Water Stress Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο (ερυθρόλευκη κορδέλα).

Εικόνα 9. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο (ερυθρόλευκη κορδέλα).

Εικόνα 10. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Rain της ποικιλίας Αγιωργίτικο (απουσία κορδέλας).

2.1.2.1 Διαφυλλικός ψεκασμός

Η εφαρμογή του σκευάσματος LalVigne® PROHYDRO μπορεί να γίνει πριν από κάθε καταπόνηση ή με βάση το φαινολογικό στάδιο σύμφωνα με την εταιρία. Τα κύρια φαινολογικά στάδια (Baillod and Baggioloni, 1993) ψεκασμού είναι:

- J: Καρπόδεση
- K: Μέγεθος μπιζελιού
- L: Κλείσιμο σταφυλής

Μπορούν να πραγματοποιηθούν συνολικά μέχρι πέντε εφαρμογές και η δοσολογία για τον ψεκασμό είναι 1 kg σκευάσματος ανά εκτάριο, το οποίο διαλύεται σε 100-1000 L νερού ανά εκτάριο. Για τη διαδικασία αυτή, η εταιρία προτείνει τη χρήση τουρμπίνας, αλλά σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκε ψεκαστικό πλάτης, όπου έγινε με επιτυχία η πλήρης διαβροχή της κόμης και των ραγών.

Οι ημερομηνίες εντός του έτους 2022 που πραγματοποιήθηκε ο διαφυλλικός ψεκασμός με LalVigne ProHydro™ ήταν: 7/6, 19/6, 6/7, 11/7, 20/7 (μόνο στην ποικιλία Ασύρτικο) και 22/7 (μόνο στην ποικιλία Αγιωργίτικο).

Σύμφωνα με τα φαινολογικά στάδια των Baillod and Baggioloni (1993), οι ποικιλίες κατά τον ψεκασμό (Πίνακας 2) και έπειτα (Πίνακας 3) ήταν στα εξής στάδια:

Πίνακας 2. Τα φαινολογικά στάδια των ποικιλιών κατά τον διαφυλλικό ψεκασμό.

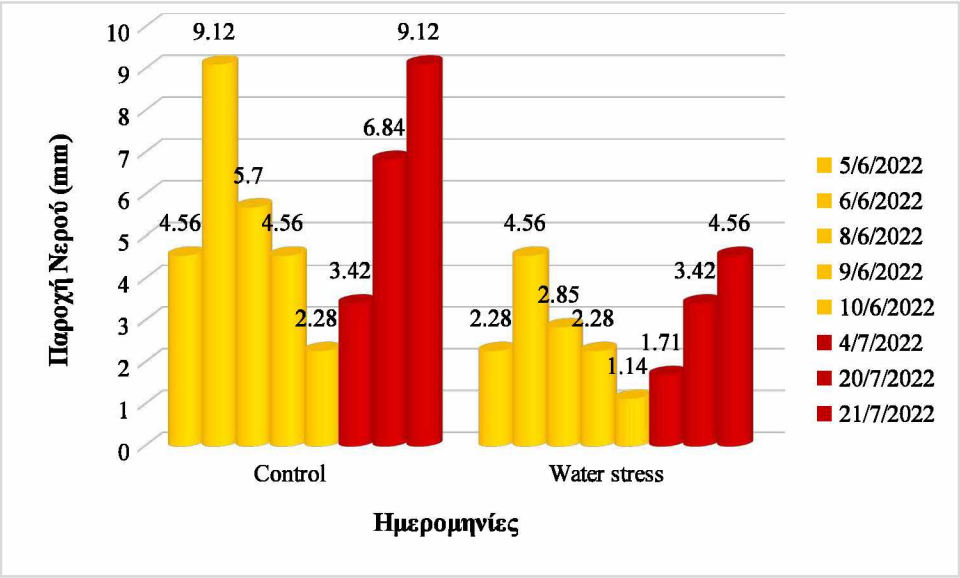
Ημερομηνίες	Φαινολογικό στάδιο	Ποικιλίες
7 Ιουνίου	Τέλος καρπόδεσης με αρχή μεγέθους μπιζελιού Μέγεθος μπιζελιού	Αγιωργίτικο Ασύρτικο
6 Ιουλίου	Τέλος μεγέθους μπιζελιού Κλείσιμο σταφυλής	Αγιωργίτικο Ασύρτικο
22 Ιουλίου	Περκασμός	Αγιωργίτικο και Ασύρτικο

Πίνακας 3. Τα φαινολογικά στάδια των ποικιλιών.

Ημερομηνίες	Φαινολογικό στάδιο	Ποικιλίες
31 Αυγούστου	Ωρίμανση	Ασύρτικο
2 Σεπτεμβρίου	Ωρίμανση	Αγιωργίτικο

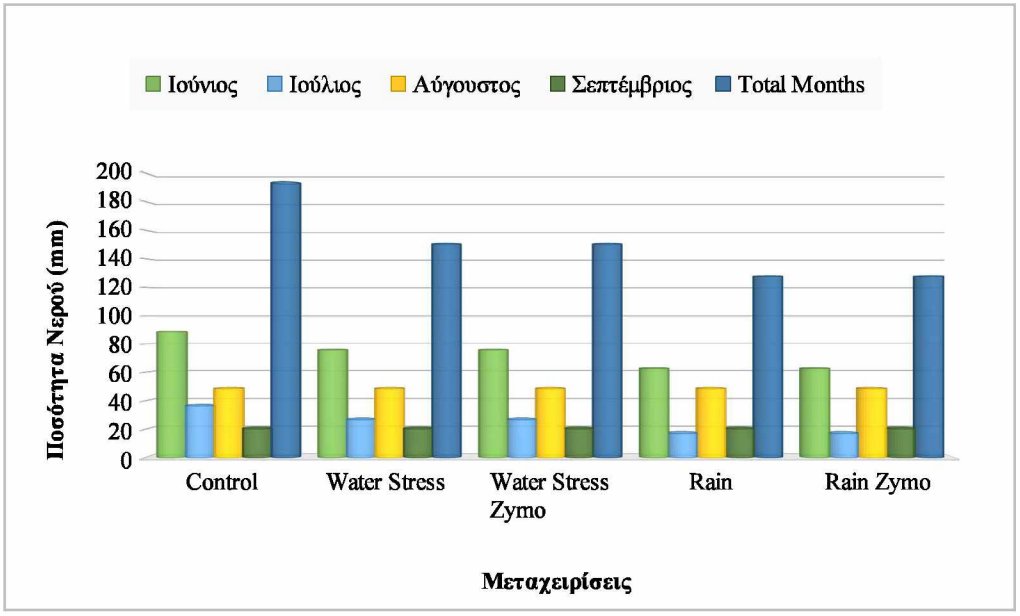
2.1.2.2 Άρδευση και συνολική παροχή νερού

Ο πειραματικός αμπελώνας αρδεύεται με το σύστημα στάγδην επί της γραμμής και αντιστοιχεί ένας σταλάκτης ανά πρέμνο. Ειδικότερα, ο μάρτυρας ποτίστηκε με σταλάκτη που αποδίδει 8 L/hr, ενώ για τις μεταχειρίσεις με την υδατική καταπόνηση είχε ρυθμιστεί ο σταλάκτης να αποδίδει 4 L/hr. Στο Γράφημα 1 αναφέρονται οι ημερομηνίες άρδευσης και η παροχή νερού (mm), που κατανεμήθηκε σε κάθε μεταχείριση.



Γράφημα 1. Άρδευση συμφωνα με την κάθε επέμβαση και για τις δύο ποικιλίες.

Ωστόσο, οι μεταχειρίσεις δεν δέχτηκαν μόνο το νερό της άρδευσης, αλλά και το νερό της βροχής. Έτσι, στο Γράφημα 2 παρουσιάζεται η συνολική παροχή νερού (mm) για όλες τις κατηγορίες ανά μήνα και η παροχή νερού (mm) συνολικά για αυτούς τους 4 μήνες.



Γράφημα 2. Συνολική παροχή νερού (mm) στις μεταχειρίσεις ανά μήνα και συνολική παροχή νερού (mm) για όλους τους μήνες διεξαγωγής του πειράματος ανά μεταχείριση.

Από το παραπάνω γράφημα, γίνεται αντιληπτό ότι η επέμβαση του Control δέχθηκε τη μεγαλύτερη ποσότητα νερού. Έπειτα, οι δύο κατηγορίες του Water Stress

δέχθηκαν τη μισή ποσότητα νερού, ενώ οι μεταχειρίσεις του Rain πήραν την μικρότερη ποσότητα νερού.

Η εδαφική υγρασία, που επικρατούσε στις μεταχειρίσεις Control, Water Stress και Rain για τη ποικιλία Ασύρτικο και στις μεταχειρίσεις Control και Rain για την ποικιλία Αγιωργίτικο, μετρήθηκε χάρη στην τοποθέτηση αισθητήρα WaterScout SM 100, (Spectrum Technologies Inc. Spectrum Technologies, Inc., Aurora, Illinois, U.S.A., Εικόνα 11) σε βάθος 50 cm. Οι τιμές πάρθηκαν με τη βοήθεια του ψηφιακού οργάνου μέτρησης εδαφικής υγρασίας FieldScout, Spectrum Technologies Inc. σε σχεδόν καθημερινή βάση.

Εικόνα 11. Ένας από τους αισθητήρες του αμπελώνα.

Συνοψίζοντας, οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν στα πρέμνα φαίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Οι επεμβάσεις της πειραματικής διαδικασίας.

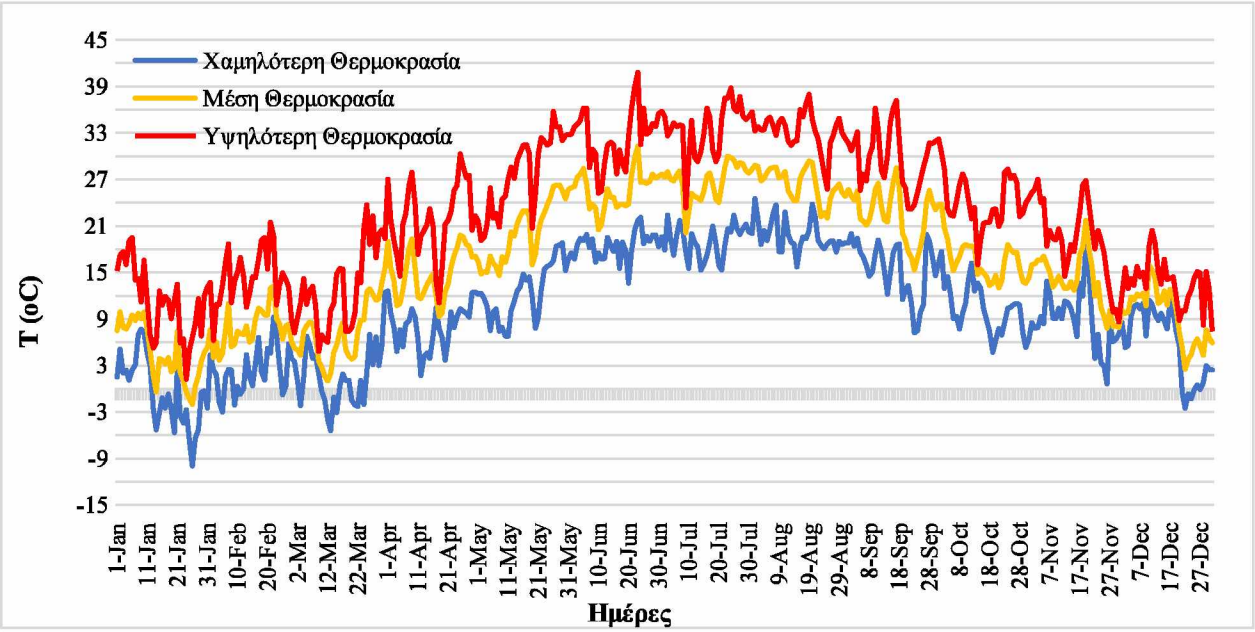
Περιγραφή μεταχείρισης	**Διαφυλλικός Ψεκασμός**	**Άρδευση**	**Συντομογραφία μεταχείρισης**
Control = ποτισμένο και όχι ψεκασμένο	Όχι	Στο έπακρο	Π-ΟΨ
Water stress = ποτισμένο μέτρια και όχι ψεκασμένο	Όχι	Στο ήμισυ σε σχέση με το μάρτυρα	ΠΜ-ΟΨ
Water stress Zymo = ποτισμένο μέτρια και ψεκασμένο	Ναι	Στο ήμισυ σε σχέση με το μάρτυρα	ΠΜ-Ψ
Rain = βροχή και όχι ψεκασμένο	Όχι	Όχι	Β-ΟΨ
Rain Zymo = βροχή και ψεκασμένο	Ναι	Όχι	Β-Ψ

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι οι δειγματοληψίες και οι μετρήσεις έγιναν από 5 συγκεκριμένα πρέμνα από κάθε μεταχείριση.

2.1.3 Κλιματικά δεδομένα

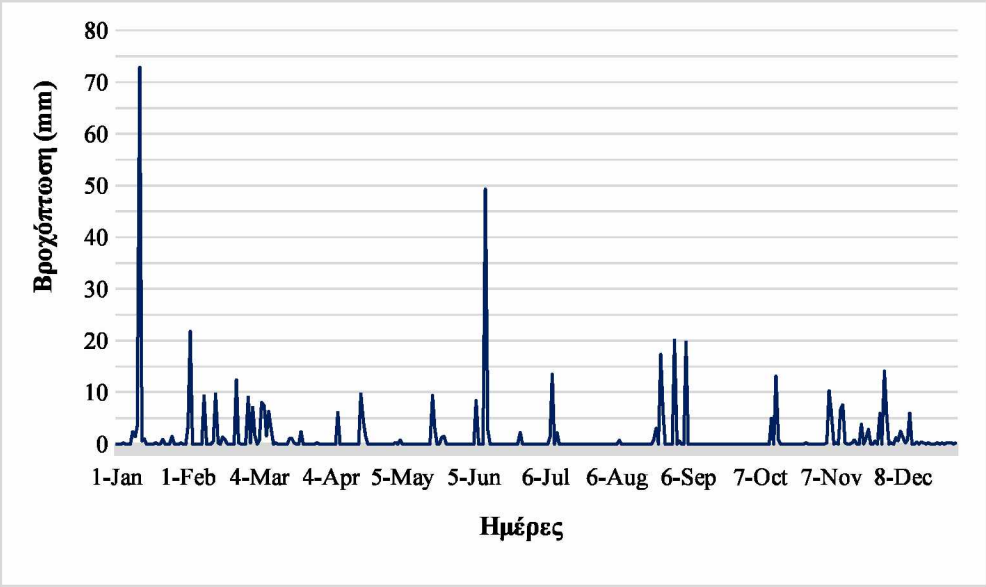
Για την μελέτη των κλιματικών συνθηκών χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα, τα οποία πάρθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο και είναι υπόψιν του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Ειδικότερα, καταγράφτηκαν οι ημερήσιες ελάχιστες, μέσες και μέγιστες θερμοκρασίες, η ημερήσια βροχόπτωση και η ημερήσια σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας για το χρονικό διάστημα 2012 έως το 2022.

Στο Γράφημα 3 παρουσιάζονται οι ημερήσιες ελάχιστες, μέσες και μέγιστες θερμοκρασίες περιβάλλοντος για το έτος του 2022. Ωστόσο, τα κλιματικά δεδομένα από τον Απρίλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2022 έχουν την μεγαλύτερη βαρύτητα και είναι καθοριστικά για τη διεξαγωγή των απαραίτητων πρακτικών και μετρήσεων στον πειραματικό αμπελώνα, γιατί η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και το φαινολογικό στάδιο της κάθε ποικιλίας αποτελούν το κριτήριο για τη διαφυλλική εφαρμογή του σκευάσματος με τους αδρανοποιημένους ζυμομύκητες.

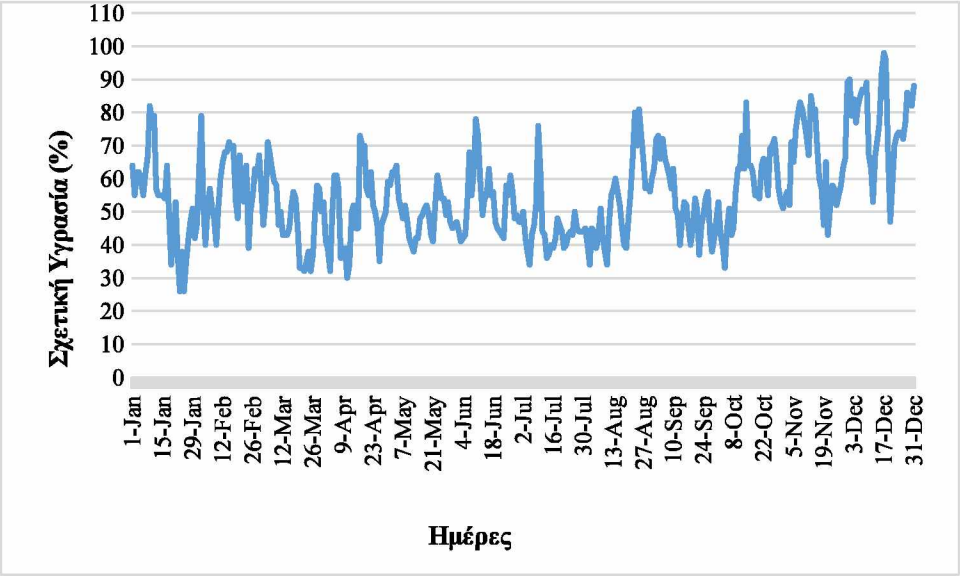


Γράφημα 3. Η ημερήσια χαμηλή (μπλε γραμμή), μέση (κίτρινη γραμμή) και μέγιστη (κόκκινη γραμμή) θερμοκρασία (°C) του 2022.

Στο Γράφημα 4 παρουσιάζεται η ημερήσια βροχόπτωση και στο Γράφημα 5 η ημερήσια σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας κατά την περίοδο ενδιαφέροντος. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η βροχόπτωση είναι ένας σημαντικός συντελεστής της πειραματικής διαδικασίας, επειδή αποτελεί το μοναδικό τρόπο παροχής νερού για δύο από τις μεταχειρίσεις (Rain & Rain Zymo). Επιπλέον, στο τομέα της διεξαγωγής του πειράματος, η βροχόπτωση δεν ήταν επιθυμητή μετά από την εφαρμογή του προϊόντος, γιατί θα ξεπλένονταν από τα φύλλα και οι μετρήσεις δεν θα έδειχναν την πραγματική ισχύ της δράσης του.



Γράφημα 4. Η ημερήσια βροχόπτωση (mm) του έτους 2022.



Γράφημα 5. Η ημερήσια σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας (%) του 2022.

2.1.4 Μετρήσεις για τη βλαστική ανάπτυξη και τη φυλλική επιφάνεια των πρέμνων

Στις 28 Σεπτεμβρίου έγινε η καταμέτρηση των βλαστών, τους οποίους φέρει κάθε επιλεγμένο πρέμνο για καθεμία μεταχείριση ξεχωριστά και για τις δύο ποικιλίες ενδιαφέροντος. Έπειτα την ίδια ημέρα, πάρθηκε ένας αντιπροσωπευτικός βλαστός από κάθε πρέμνο, για τον οποίο έγινε μέτρηση για την πορεία αύξησης της διαμέτρου του 5ου μεσογονάτιου διαστήματος (mm) με τη βοήθεια ψηφιακού παχύμετρου. Στη συνέχεια, μετρήθηκε το συνολικό μήκος του βλαστού με ένα μέτρο. Ωστόσο, η πιο χρονοβόρα διαδικασία ήταν ο υπολογισμός της φυλλικής επιφάνειας του κύριου και του δευτερεύοντος βλαστού, γιατί απομακρύνθηκαν τα φύλλα από το βλαστό και διαχωρίστηκαν σε φύλλα που προήλθαν από λανθάνοντα οφθαλμό και σε φύλλα που εκβλάστησαν από ταχυφυή οφθαλμό. Μετά, πραγματοποιήθηκε η απομάκρυνση του μίσχου σε όλα τα φύλλα με ένα ψαλίδι. Ακολούθως, έγινε η βαθμονόμηση του οργάνου LI-3100C AREA METER, (LI-COR, Inc., Nebrasca, USA, Εικόνα 12) με τη τοποθέτηση ενός μεταλλικού δίσκου πάνω στον ιμάντα του οργάνου για να παρθεί η σωστή τιμή βαθμονόμησης. Αφού έγινε η βαθμονόμηση τοποθετούνταν τα ελάσματα ένα μετά το άλλο χωρίς να επικαλύπτει το ένα το άλλο για να υπολογιστεί το εμβαδόν που καταλαμβάνουν σε m^2. Φυσικά, για κάθε βλαστό και για κάθε κατηγορία φύλλου, η μέτρηση έγινε εξατομικευμένα.

Εικόνα 12. Το όργανο LI-3100C AREA METER.

2.1.5 Μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων και μορφολογικών χαρακτηριστικών του φύλλου (Μετρήσεις ανταλλαγής αερίων)

Οι περισσότερες μετρήσεις για τις φυσιολογικές παραμέτρους διεξάγονταν επί τόπου στον αμπελώνα. Οι ημερομηνίες μετρήσεων είναι οι εξής: 9 Ιουνίου, 20 Ιουνίου, 27 Ιουνίου, 4 Ιουλίου, 22 Ιουλίου (μόνο στην ποικιλία Ασύρτικο), 25 Ιουλίου (μόνο στην ποικιλία Αγιωργίτικο) και 30 Αυγούστου. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι μετρήσεις γίνονταν σε 5 επιλεγμένα πρέμνα ανά επέμβαση και ποικιλία, όμως σε αυτή

Εικόνα 13. Η επισήμανση στο φύλλο μετρήσεων.

την περίπτωση υπήρχε και ένα επιλεγμένο φύλλο ανά πρέμνο (Εικόνα 13), όπου σε αυτό γίνονταν κάθε φορά οι μετρήσεις. Το φύλλο που επιλέχθηκε βρίσκονταν απέναντι από την πρώτη σταφυλή για να είναι πλήρως αναπτυγμένο.

2.1.5.1 Μέτρηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, διαπνοής και στοματικής αγωγιμότητας

Οι πιο σημαντικές μετρήσεις των φυσιολογικών παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν ήταν αυτές του προσδιορισμού της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, της διαπνοής και της στοματικής αγωγιμότητας. Τα δεδομένα για τις παραμέτρους παίρνονταν από μία πρωινή μέτρηση (Ώρα έναρξης: 9:00 πμ.) και από μία μεσημεριανή μέτρηση (Ώρα έναρξης: 13:00 μμ.), γιατί επηρεάζονται άμεσα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και την ηλιακή ακτινοβολία. Το όργανο που βοήθησε στη διεξαγωγή των μετρήσεων ήταν το LCpro της ADC (BioScientific Ltd., Hoddesdon, UK, Εικόνα 14). Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν απλή, αφού το μόνο που χρειαζόταν ήταν η τοποθέτηση του θαλάμου μέτρησης με προσοχή στο επιλεγμένο φύλλο και η συστροφή του προς τη φορά του ήλιου. Έτσι, εμφανίζονταν οι τιμές και γινόταν η καταγραφή τους για κάθε παράμετρο.

Εικόνα 14. Το όργανο LCpro της ADC BioScientific Ltd και τα εξαρτήματα του.

2.1.5.2 Υπολογισμός της ενδογενούς αποτελεσματικότητας χρησιμοποίησης νερού (WUE_i)

Σύμφωνα με τους Hatfield and Dold (2019), η ενδογενής WUE_i (Water-Use Efficiency) υπολογίζεται από τον τύπο:

καθαρή φωτοσυνθετική δραστηριότητα (A_n) / στοματική αγωγιμότητα (g_s)

Τα δεδομένα για αυτόν τον προσδιορισμό πάρθηκαν από την παραπάνω μέτρηση.

2.1.5.3 Μέτρηση για την πυκνότητα των στοματίων

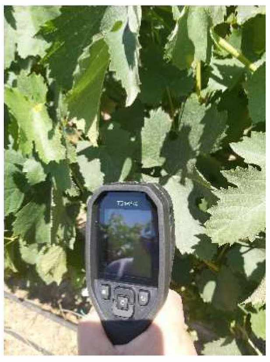
Στις 30 Αυγούστου του 2022 πραγματοποιήθηκε η διαδικασία αποτύπωσης των στοματίων του φύλλου (Gago *et al.*, 2019) επί τόπου στον πειραματικό αμπελώνα. Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία αυτή περιλάμβανε τα εξής βήματα:

1. Επιλογή τριών πλήρως αναπτυγμένων φύλλων ανά επέμβαση και ανά ποικιλία
2. Τοποθέτηση μικρής ποσότητας διάφανου βερνικιού νυχιών σε μία περιοχή μεταξύ δύο κεντρικών νεύρων στην κάτω επιφάνεια του φύλλου
3. Αναμονή για ένα μικρό χρονικό διάστημα μέχρι να στεγνώσει πλήρως το βερνίκι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος
4. Παραλαβή του βερνικιού (αποτυπώματος) με διάφανη κολλητική ταινία, η οποία είχε τοποθετηθεί προσεκτικά πάνω στο στεγνό βερνίκι και απομακρύνθηκε με γρήγορες κινήσεις ώστε να αποκολληθεί το βερνίκι από την κάτω επιφάνεια του φύλλου
5. Τοποθέτηση του αποτυπώματος προς τα έξω σε μία αντικειμενοφόρο πλάκα μικροσκοπίου

Έπειτα, στο οπτικό μικροσκόπιο μελετήθηκε η κάθε αντικειμενοφόρος πλάκα. Ειδικότερα, ο φακός μεγέθυνσης του μικροσκοπίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 40x και το εμβαδόν της επιφάνειας που αντιστοιχούσε στο φακό ήταν 0,066 mm^2. Έπειτα, έγινε η καταγραφή του συνολικού αριθμού στοματίων, τόσο των ανοιχτών όσο και των κλειστών στοματίων, που υπήρχαν σε αυτή την επιφάνεια. Τέλος, έγινε ο προσδιορισμός στοματίων που αντιστοιχούν σε 1 mm^2 για όλες τις μεταχειρίσεις και των δύο ποικιλιών.

2.1.6 Μετρήσεις για τη θερμοκρασία των φύλλων

Οι μετρήσεις για τη θερμοκρασία του φύλλου διεξάγονταν παράλληλα με τις μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων και γινόντουσαν σε πρωινές και μεσημεριανές ώρες. Για να επιτευχθεί αυτή διαδικασία χρησιμοποιήθηκε μία θερμική κάμερα FLIR TG165-X (Εικόνα 15), η οποία υπολογίζει τη σημειακή θερμοκρασία (°C) στο φύλλο. Από κάθε επέμβαση και για τις δύο ποικιλίες παίρνονταν πέντε μετρήσεις από πέντε διαφορετικά φύλλα, τα οποία ήταν στο ίδιο επίπεδο με τα επισημασμένα φύλλα. Επίσης, οι τιμές που καταγράφονταν ήταν οι μεγαλύτερες σημειακές που υπολογίζονταν σε κάθε φύλλο.



Εικόνα 15. Μέτρηση της θερμοκρασίας του φύλλου με τη θερμική κάμερα.

2.1.7 Δειγματοληψίες και αναλύσεις κατά την πορεία ωρίμανσης των σταφυλιών

Για τη μελέτη της πορείας ωρίμανσης των επεμβάσεων των δύο ποικιλιών χρειάστηκε να γίνει δειγματοληψία ανά 15 ημέρες περίπου. Οι ημερομηνίες δειγματοληψίας ήταν: 22 Ιουλίου (μόνο από την ποικιλία Ασύρτικο), 25 Ιουλίου (μόνο για την ποικιλία Αγιωργίτικο), 8 και 23 Αυγούστου (και για τις 2 ποικιλίες). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η παραλαβή 50 ραγών από κάθε μεταχείριση της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά. Πιο συγκεκριμένα, οι ράγες πάρθηκαν από τις σταφυλές με τη μέθοδο τυχαίας παραλαβής απ' όλα τα σημεία της σταφυλής (πάνω, κάτω ,αριστερά, δεξιά, μπροστά και πίσω) για να καλύπτονται όλα τα μέτωπα. Στις 31 Αυγούστου και στις 2 Σεπτεμβρίου (όπου είναι οι ημερομηνίες τρύγου για την ποικιλία Ασύρτικο και την ποικιλία Αγιωργίτικο, αντίστοιχα) έγιναν δειγματοληψίες από διάφορα σταφύλια της κάθε μεταχείρισης.

Οι μετρήσεις εργαστηρίου που έγιναν μετά την παραλαβή των δειγμάτων για τη μελέτη της πορείας ωρίμανσης των σταφυλιών μετά τον περκασμό είναι οι εξής:

2.1.7.1 Υπολογισμός του βάρους των 50 ραγών (g)

Σε αυτό το στάδιο, χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας KERN PCB250-3 για τον υπολογισμό του βάρους των 50 ραγών κάθε μεταχείρισης.

2.1.7.2 Υπολογισμός περιεκτικότητας σε σάκχαρα (°Brix)

Για τη μέτρηση της σακχαροπεριεκτικότητας του γλεύκους χρησιμοποιήθηκαν δύο διαθλασίμετρα, όπου μέσου του δείκτη διάθλασης του γλεύκους μπόρεσε να εκτιμηθεί ο βαθμός ωρίμανσης της κάθε μεταχείρισης. Η διαφορά των δύο διαθλασιμέτρων ήταν ότι το ένα ήταν ψηφιακό και μπορούσε, επιπλέον, να υπολογίσει τη θερμοκρασία του γλεύκους σε αντίθεση με το άλλο που υπολόγιζε μόνο τη σακχαροπεριεκτικότητα. Ο υπολογισμός της θερμοκρασίας του γλεύκους ήταν πολύ σημαντικός, γιατί και τα δύο διαθλασίμετρα ήταν βαθμονομημένα στους 20 °C. Οπότε, έπρεπε να γίνει η διόρθωση των τιμών, αν η θερμοκρασία απόκλινε από τους 20 °C. Αρχικά, με απιονιοσμένο νερό πραγματοποιούταν ο μηδενισμός των οργάνων. Έπειτα, με μία πιπέτα τοποθετούνταν 2 σταγόνες από το αντίστοιχο γλεύκος στην επιφάνεια του πρίσματος. Για το απλό διαθλασίμετρο, η επόμενη κίνηση ήταν να κατευθυνθεί σε μία πηγή φωτός, ενώ για το ψηφιακό διαθλασίμετρο χρειαζόταν μόνο το πάτημα ενός κουμπιού. Στη συνέχεια, γινόταν η καταγραφή των δεδομένων για τη περιεκτικότητα σακχάρων και για τη θερμοκρασία του γλεύκους.

Στο τέλος των μετρήσεων, γινόταν πλύση της επιφάνειας του πρίσματος με άφθονο απιονισμένο νερό και στέγνωμα της με απορροφητικό χαρτί πολύ προσεκτικά. Στα αποτελέσματα παρουσιάζεται ο μέσος όρος των τιμών από τα δύο διαθλασίμετρα.

2.1.7.3 Προσδιορισμός της ολικής οξύτητας (%)

Τα υλικά, τα όργανα και τα αντιδραστήρια που θα χρειαστούν είναι:

- Ορθοστάτης με μεταλλικό χέρι
- Προχοΐδα 25 mL και χωνί
- Σιφώνιο πληρώσεως 10 mL και πουάρ
- Ποτήρια ζέσεως
- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου NaOH 0,1 N
- Αναδευτήρας
- Υδροβολέας
- Απιονισμένο νερό
- Ποσότητα γλεύκους
- Δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης

Διαδικασία προσδιορισμού

Αρχικά, με το σιφώνιο πληρώσεως και τη βοήθεια του πουάρ τοποθετούνταν 10 mL γλεύκους στο ποτήρι ζέσεως (Εικόνα 16). Έπειτα, προσθέτονταν 3-4 σταγόνες από το δείκτη της μπλε βρωμοθυμόλης, μικρή ποσότητα απιονισμένου νερού μέσω του υδροβολέα και ο μαγνήτης για τον αναδευτήρα. Αφού είχε γίνει πλήρωση της προχοΐδας με το πρότυπο διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου NaOH 0,1 N, η διαδικασία της ογκομέτρησης ήταν έτοιμη να ξεκινήσει (Εικόνα 17).

Εικόνα 16. Ποτήρια ζέσεως και σωλήνας πληρώσεως.

Έμπαινε σε λειτουργία ο ηλεκτρικός αναδευτήρας και σιγά-σιγά γινόταν η προσθήκη του πρότυπου διαλύματος στο ποτήρι ζέσεως, που περιείχε την ποσότητα του γλεύκους για να πραγματοποιηθεί η τιτλοδότηση. Μόλις γινόταν η αλλαγή του χρώματος από κίτρινο σε πράσινο για γλεύκος από λευκά σταφύλια ή από κόκκινο σε καφέ για γλεύκος από ερυθρά σταφύλια, τότε σήμαινε ότι η διαδικασία είχε ολοκληρωθεί και πραγματοποιούταν η καταγραφή του όγκου του διαλύματος NaOH, το οποίο καταναλώθηκε μέχρι το μεταχρωματισμό.

Σχετικά με την αρχή της μεθόδου ισχύει ότι η ολική οξύτητα υπολογίζεται με τη βοήθεια του πρότυπου διαλύματος NaOH 0,1 N, γιατί καταναλώνεται από τα οξέα του γλεύκους μέχρι να φτάσει η τιμή του pH του δείγματος την τιμή 7 της κλίμακας pH. Ο δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης είναι ο καταλληλότερος, επειδή η περιοχή αλλαγής του χρώματος του είναι μεταξύ από τις τιμές pH 6 έως 7,6. Η προσθήκη του απιονισμένου νερού στο δείγμα πραγματοποιείται για να γίνει πιο εύκολα ο μεταχρωματισμός.

Εικόνα 17. Όργανα και υλικά για το προσδιορισμό της ολικής οξύτητας.

Έκφραση αποτελεσμάτων

Η ολική οξύτητα (Α) υπολογίζεται σε (meq/L) μέσω της παρακάτω εξίσωσης:

A= 10*n (meq/L)

Όπου: n = τα καταναλωθέντα mL NaOH 0,1 N

Η ολική οξύτητα (Α') υπολογίζεται εξίσου σε g τρυγικού οξέος/ L γλεύκους από την εξίσωση:

A'= 0,075*A (g/L σε τρυγικό οξύ)

2.1.7.4 Προσδιορισμός του pH

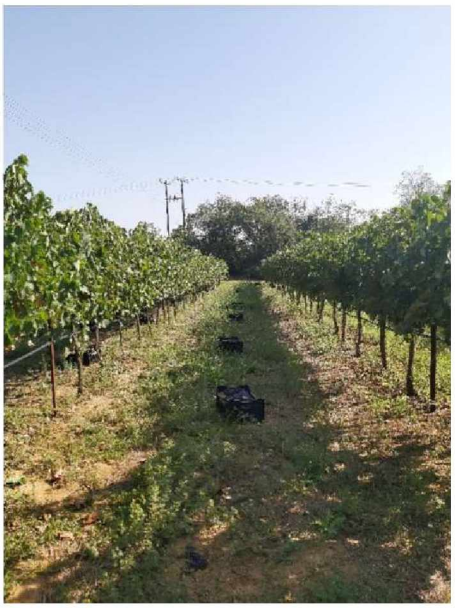
Αρχικά, έγινε η βαθμονόμηση του πεχάμετρου με βύθιση του ηλεκτροδίου σε buffer γνωστών τιμών pH, οι οποίες ήταν οι 4, 7 και 10. Έπειτα, ξεπλύθηκε το ηλεκτρόδιο με απιονισμένο νερό και ξεκινούσε ο προσδιορισμός του pH του γλεύκους για κάθε δείγμα με τη βύθιση του ηλεκτροδίου εντός του γλεύκους, που

Εικόνα 18. Το πεχάμετρο κατά τη μέτρηση.

είχε τοποθετηθεί μέσα σε ένα ποτήρι ζέσεως (Εικόνα 18). Μετά από κάθε μέτρηση γινόταν πλύση του ηλεκτροδίου με απιονισμένο νερό και καταγραφή των δεδομένων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι με αυτή τη διαδικασία ουσιαστικά προσδιορίστηκε η ενεργή οξύτητα.

2.1.8 Τρυγητός

Στις 31 Αυγούστου και στις 2 Σεπτεμβρίου του 2022 πραγματοποιήθηκε ο τρύγος για την ποικιλία Ασύρτικο και την ποικιλία Αγιωργίτικο, αντίστοιχα. Η ημερομηνία του τρύγου διαφέρει ανά ποικιλία, γιατί πρέπει να επιτευχθεί η τεχνολογική ωρίμανση των σταφυλιών για να διεξαχθεί αυτή η διαδικασία. Κατά τον τρύγο απομακρύνθηκαν οι σταφυλές από τα πρέμνα με αμπελουργικά ψαλίδια και τα σταφύλια της κάθε επέμβασης τοποθετούνταν ξεχωριστά σε πλαστικά τελάρα (Εικόνα 19). Ωστόσο, στο τέλος της διεργασίας πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία κατά την οποία επιλέχθηκαν 10 σταφυλές από κάθε επέμβαση και τοποθετήθηκαν σε πλαστικά τελάρα, ώστε να μπορούν να μετακινηθούν με ευκολία στο Εργαστήριο Αμπελουργίας (Εικόνα 20). Οι σταφυλές που επιλέχθηκαν προέρχονταν από κύριους βλαστούς που κατείχαν διαφορετική θέση πάνω στο πρέμνο (σκιασμένες ή μη σκιασμένες). Επίσης, επιλέχθηκαν και άλλες σταφυλές ανά επέμβαση, οι οποίες τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες για να πραγματοποιηθούν επιπλέον επαναλήψεις στο εργαστήριο.



Εικόνα 19. Τα πλαστικά τελάρα τοποθετημένα στη σκιά κατά τον τρυγητό.

Εικόνα 20. Η διαδικασία επιλογής δειγμάτων σταφυλής.

2.1.8.1 Μετρήσεις παραγωγής

Οι μετρήσεις που διεξάχθηκαν επί τόπου στον πειραματικό αμπελώνα:

- **Καταμέτρηση του συνολικού αριθμού σταφυλιών ανά πρέμνο**

  Κατά τη συγκομιδή, καταμετρήθηκε ο συνολικός αριθμός σταφυλιών ανά πρέμνο της κάθε επέμβασης.

- **Απόδοση ανά πρέμνο (kg)**

  Με τη βοήθεια ζυγαριάς χειρός (KERN HDB 5K5N) προσδιορίστηκε το συνολικό βάρος των σταφυλιών κάθε πρέμνου ανά επέμβαση.

- **Καταμέτρηση σταφυλιών με βοτρύτη ή με εγκαύματα**

  Κατά την τοποθέτηση των σταφυλιών στα πλαστικά τελάρα γινόταν η καταμέτρηση των σταφυλιών με βοτρύτη ή με εγκαύματα ανά πρέμνο της κάθε επέμβασης.

2.1.8.1.1 Μετρήσεις σταφυλής

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πάρθηκαν 10 σταφυλές ανά επέμβαση ως δείγμα (Εικόνα 21) για να πραγματοποιηθούν μετρήσεις την ίδια ημέρα με τον τρύγο στο εργαστήριο.

Εικόνα 21. Τα δείγματα των 10 σταφυλιών ανά επέμβαση για την ποικιλία Ασύρτικο.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με την εξής σειρά:

- **Προσδιορισμός του μήκους και του πλάτους της σταφυλής (cm)**

  Ανά σταφυλή μετρήθηκε το μήκος και το πλάτος της με ένα χάρακα (Εικόνα 22).

❖ **Υπολογισμός του βάρους της σταφυλής (g)**

Με το ζυγό ακριβείας KERN PCB250-3 υπολογίστηκε το συνολικό βάρος της κάθε σταφυλής.

❖ **Προσδιορισμός του αριθμού και του βάρους των υγιών ραγών ανά σταφυλή (g)**

Εικόνα 22. Οι νοητές ευθείες μέτρησης του μήκους (κίτρινη γραμμή) και του πλάτους (μπλε γραμμή) μίας σταφυλής.

Κατά τον απορραγισμό της κάθε σταφυλής, καταμετρήθηκε ο αριθμός των υγιών ραγών και μετέπειτα, υπολογίστηκε το βάρος τους με ζυγαριά ακριβείας KERN PCB250-3.

❖ **Προσδιορισμός του αριθμού των ραγών με εγκαύματα, με βοτρύτη και με αφυδάτωση**

Κατά τον απορραγισμό της κάθε σταφυλής, γινόταν ο διαχωρισμός των υγιών ραγών με τις ράγες με εγκαύματα, με βοτρύτη και με αφυδάτωση. Έπειτα, καταγράφονταν ο αριθμός των ραγών με την κάθε περίπτωση, που φέρει η κάθε σταφυλή ξεχωριστά.

❖ **Προσδιορισμός του βάρους του βοστρύχου (g)**

Μετά τον απορραγισμό της σταφυλής, υπολογίστηκε το βάρος του βοστρύχου με ζυγαριά ακριβείας KERN PCB250-3.

2.1.8.1.2 Μετρήσεις ράγας

Κατά τον τρυγητό, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, επιλέχθηκαν επιπλέον σταφυλές από κάθε επέμβαση. Μετέπειτα, από αυτές τις σταφυλές και από τις 10 κύριες σταφυλές (μετά την μέτρηση τους) κάθε επέμβασης πάρθηκαν υγιείς ράγες ως δείγματα και τοποθετήθηκαν στη βαθιά ψύξη -80°C για να συντηρηθούν μέχρι να πραγματοποιηθούν οι υπόλοιπες μετρήσεις. Ωστόσο, χρειάστηκε να επιλεγούν και 15 τυχαίες υγιείς ράγες ανά επέμβαση για να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω μετρήσεις. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι τα δείγματα των 15 τυχαίων ραγών ανά μεταχείριση παρέμεναν σε συνθήκες ήπιας ψύξης μέχρι την ημέρα μέτρησης.

❖ **Προσδιορισμός βάρους ράγας (g)**

Το βάρος της κάθε ράγας υπολογίστηκε με τη βοήθεια της ζυγαριάς ακριβείας KERN ALS 220-4 (Εικόνα 23).

❖ **Υπολογισμός του μήκους και της διαμέτρου της ράγας (mm)**

Η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού παχύμετρου και οι τιμές της κάθε ράγας καταγράφτηκαν με την ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

❖ **Προσδιορισμός του βάρους του φλοιού (g)**

Με τη βοήθεια του νυστεριού, πραγματοποιήθηκε ο διαχωρισμός της σάρκας και του φλοιού της ράγας. Μετά, ο φλοιός τοποθετήθηκε στη ζυγαριά ακριβείας KERN ALS 220-4 (Εικόνα 23) για να υπολογιστεί το βάρος του.

Εικόνα 23. Ο ζυγός ακριβείας KERN ALS 220-4.

❖ **Καταμέτρηση του αριθμού των γιγάρτων της κάθε ράγας**

Μετά το διαχωρισμό της σάρκας και του φλοιού, πραγματοποιούνταν ο δεύτερος διαχωρισμός της σάρκας με τα γίγαρτα της ράγας με μία σπάτουλα. Έτσι, γινόταν εύκολα η καταμέτρηση των γιγάρτων.

❖ **Προσδιορισμός του βάρους των γιγάρτων (g)**

Με τη χρήση της ζυγαριάς ακριβείας KERN ALS 220-4 (Εικόνα 23) υπολογίστηκε το συνολικό βάρος των γιγάρτων κάθε ράγας.

❖ **Υπολογισμός της σχετικής μάζας φλοιού (%)**

Προσδιορίστηκε η σχετική μάζα φλοιού χάρη στον τύπο: (Βάρος φλοιού/Βάρος ράγας) * 100.

2.1.8.2 Χημική σύσταση γλεύκους

Μετά την σύνθλιψη των υγιών ραγών των δέκα σταφυλιών της κάθε μεταχείρισης, όπου έγιναν οι μετρήσεις σταφυλής, προέκυψε το γλεύκος, το οποίο τοποθετήθηκε σε γυάλινα μπουκαλάκια με πλαστικό πώμα. Επιπλέον, εντός των μπουκαλιών τοποθετήθηκαν λίγες σταγόνες συντηρητικής ουσίας με μία πιπέτα για να μην ξεκινήσει η αλκοολική ζύμωση. Για την ανάλυση της χημικής σύστασης του γλεύκους και για τις δύο ποικιλίες χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 5 δείγματα γλεύκους ανά επέμβαση, όπου 2 ήταν από τις 10 σταφυλές, που έγιναν οι μετρήσεις σταφυλής και 3

από τις υγιείς ράγες των επιπλέον σταφυλιών. Συνολικά έγινε ανάλυση της χημικής σύστασης του γλεύκους σε 25 δείγματα ανά ποικιλία (Εικόνα 24).

Εικόνα 24. Τα αποθηκευμένα δείγματα γλεύκους.

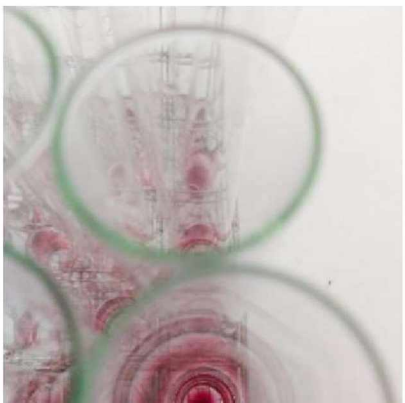
Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιγράφεται στην παράγραφο 2.1.7 και συνοπτικά οι μετρήσεις είναι οι εξής:

i. **Υπολογισμός περιεκτικότητας σε σάκχαρα του γλεύκους (°Brix)**
ii. **Προσδιορισμός της ολικής οξύτητας (%)**
iii. **Προσδιορισμός του pH**

2.1.8.3 Φαινολική σύσταση των φλοιών

Στις 18 Νοεμβρίου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των ανθοκυανών (μόνο για την ποικιλία Αγιωργίτικο) και των πολυφαινολικών ουσιών στους φλοιούς των ραγών. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασιζόταν στους Slinkard and Singleton (1977) και στους Ough and Amerine (1980).

Οι ράγες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αποθηκευμένες σε βαθιά ψύξη στους -80°C και γι' αυτό χρειαζόταν λίγος χρόνος απόψυξης για την παραλαβή των φλοιών. Ειδικότερα, επιλέχθηκαν 4 ράγες για κάθε επέμβαση της κάθε ποικιλίας και από την καθεμία λήφθηκαν δύο δίσκοι φλοιού με μεγάλη προσοχή, ώστε να υπάρχει επιτυχής διαχωρισμός μεταξύ της σάρκας και του φλοιού. Ωστόσο, για να πραγματοποιηθεί ο προσδιορισμός θα πρέπει να γίνει πρώτα εκχύλιση. Έτσι, όταν τοποθετήθηκαν οι φλοιοί μέσα στο διάλυμα εκχύλισης άμεσα οι ανθοκυάνες απέδωσαν ένα φούξια χρώμα (Εικόνα 25).



το

Μετά

της

πέρας

εκχύλισης, πραγματοποιείται φασματοφωτομέτρηση με το UV/VIS Spectrophotome η απορρόφηση στα 520 nm και 765 nm, αντιστοίχως. Έτσι, υπολογίστηκε η συνολική συγκέντρωση ανθοκυανών και εκφράστηκε σε mg/cm^2, όπως και η συνολική συγκέντρωση των πολυφαινολών. Τέλος, αξίζει να τονιστεί ότι ο προσδιορισμός των πολυφαινολών πραγματοποιήθηκε συγκεκριμένα με τη μέθοδο Folin-Ciocalteau σύμφωνα με τους Singleton and Esau (1969).

2.1.9 Μετρήσεις σχετικές με την ισορροπία των πρέμνων

Οι επιπλέον μετρήσεις για τη βλαστική ανάπτυξη έγιναν στις 23 Μαρτίου 2023 με τη διεξαγωγή του χειμερινού κλαδέματος. Στις ποικιλίες του πειράματος πραγματοποιήθηκε βραχύ κλάδεμα και μάλιστα, οι κληματίδες των επιλεγμένων πρέμνων μαζεύτηκαν σε συστάδες με πλαστικό σχοινί για κάθε πρέμνο ξεχωριστά (Εικόνα 26). Για τον υπολογισμό του βάρους τους (kg) χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά χειρός KERN HDB 5K5N.

Εικόνα 26. Οι κληματίδες μετά το χειμερινό κλάδεμα.

Με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός του Δείκτη Ravaz, ο οποίος προσδιορίζει το επίπεδο ζωηρότητας των πρέμνων. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του Δείκτη Ravaz είναι:

Βάρος παραγωγής (kg)/ Βάρος κλαδέματος (kg)

Όπου το βάρος παραγωγής αντιστοιχεί στο συνολικό βάρος των σταφυλιών ανά πρέμνο και προσδιορίστηκε κατά τον τρυγητό. Έπειτα, το βάρος κλαδέματος αντιστοιχεί με το βάρος των κληματίδων ανά πρέμνο, που προέκυψαν από το βραχύ χειμερινό κλάδεμα της κάθε ποικιλίας. Ο προσδιορισμός του δείκτη πραγματοποιήθηκε για 5 επιλεγμένα πρέμνα ανά μεταχείριση και για τις 2 ποικιλίες και έπειτα, υπολογίστηκε ο μέρος όρος των τιμών ανά επέμβαση της κάθε ποικιλίας.

Σύμφωνα με τους Kliewer and Dokoozlian (2005), οι ιδανικές συνθήκες μεταξύ βλάστησης και παραγωγής σχετίζονται με τιμές του δείκτη 5-10 kg/kg, με τις μεγαλύτερες τιμές να καταγράφονται σε θερμότερες περιοχές της καλλιέργειας. Σημειώνουν επίσης, ότι το εύρος των τιμών εξαρτάται από την ποικιλία, το σχήμα διαμόρφωσης και τις επεμβάσεις διευθέτησης του φυλλώματος που εφαρμόζονται.

2.1.10 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

Τα δεδομένα που ελήφθησαν από τις μεταχειρίσεις Water Stress, Rain, Water Stress Zymo και Rain Zymo κατά την διάρκεια του πειράματος, υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση με το πακέτο SigmaPlot 15 software package (Systat Software, Inc. SanJose, CA, USA). Η σύγκριση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Two Way ANOVA, σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ και $p \leq 0,001$. Τέλος, η μεταχείριση Control δεν συμπεριλήφθηκε στη στατιστική ανάλυση, αλλά τοποθετείται στα διαγράμματα και τους πίνακες σαν σημείο αναφοράς για τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Κεφάλαιο 3ο

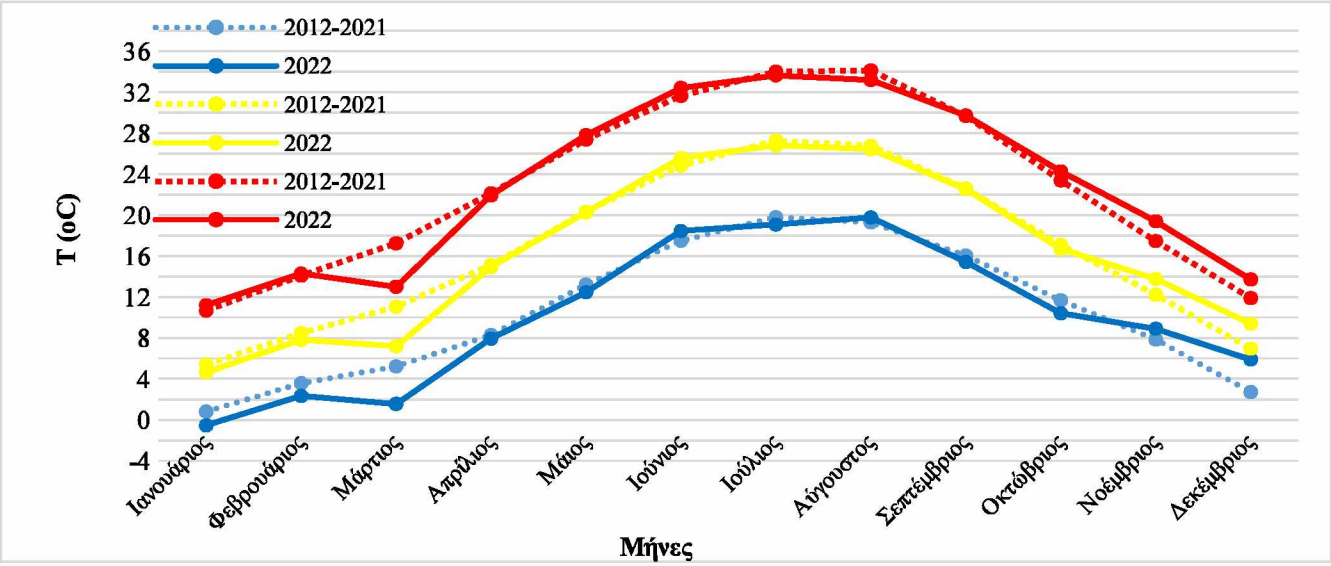
3.1 Αποτελέσματα

Κατά κύριο λόγο, στα παρακάτω αποτελέσματα παρουσιάζονται τα δεδομένα που παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά.

3.1.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή του Βελεστίνου για τη δεκαετία 2012-2021 και για το έτος 2022, όπου διεξήχθη το πειραματικό μέρος, παρατίθενται παρακάτω.

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι ένας από τους παράγοντες που ελέγχει τον κύκλο ανάπτυξης της αμπέλου, τη σύνθεση και την τελική ωρίμανση των ραγών (Ramos and Martinez de Toda, 2020). Γι' αυτό στο Γράφημα 6 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των ελάχιστων, μέσων και υψηλών θερμοκρασιών (°C) για κάθε μήνα του έτους 2022 και για τη δεκαετία 2012-2021.



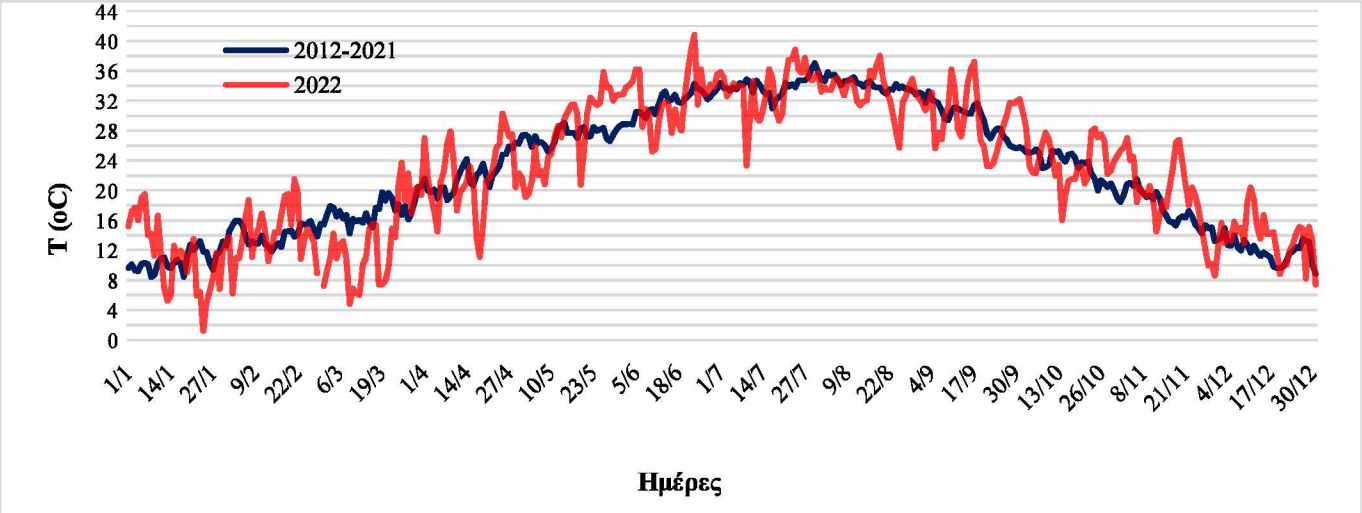
Γράφημα 6. Ο μέσος όρος των ελάχιστων (μπλε χρώμα), των μέσων (κίτρινο χρώμα) και μέγιστων (κόκκινο χρώμα) θερμοκρασιών του αέρα (°C) για κάθε μήνα του πειραματικού έτους 2022 (συμπαγής γραμμή) και ο μέσος όρος των αντίστοιχων τιμών για τη δεκαετία 2012-2021 (διακεκομμένη γραμμή).

Όσον αφορά την ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρήθηκε αύξηση τους μήνες Ιούνιο, Αύγουστο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο και μάλιστα, τον μήνα Δεκέμβριο αυξήθηκε +3,2°C συγκριτικά με την τιμή της δεκαετίας 2012-2021. Στους υπόλοιπους μήνες που υπήρξε μείωση, κατείχαν τις χαμηλότερες τιμές ο Ιανουάριος και ο Μάρτιος με διαφορά -1,35°C και -3,7°C, αντίστοιχα.

Εξίσου, στο Γράφημα 6 φαίνεται εμφανώς η μείωση της τάξης του 35% τον Μάρτιο και η αύξηση κατά 35,2% τον Δεκέμβριο στη μέση θερμοκρασία του 2022 σε σχέση με αυτές της δεκαετίας. Σε γενικά πλαίσια, ωστόσο, υπήρξε μείωση της μέσης θερμοκρασίας από 0,3 έως 14,1%.

Από την πλευρά της υψηλής θερμοκρασίας παρατηρήθηκε αύξηση στους περισσότερους μήνες εκτός από τον Μάρτιο, τον Απρίλιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο όπου υπήρξε μείωση της θερμοκρασίας. Πιο συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη πτώση της μέγιστης θερμοκρασίας σε σχέση πάντα με τις τιμές της δεκαετίας ήταν -4,25°C και εμφανίστηκε τον Μάρτιο, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές αύξησης καταγράφτηκαν τον Νοέμβριο και τον Δεκέμβριο όπου ήταν +1,94°C και +1,82°C, αντιστοίχως.

Συνολικά, και στις τρεις κατηγορίες θερμοκρασίας ο Μάρτιος του 2022 εμφάνισε τη μεγαλύτερη μεταβολή μείωσης των θερμοκρασιών, ενώ ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος καταλάμβαναν τη θέση της υψηλότερης μεταβολής ως προς την αύξηση αυτών των θερμοκρασιών. Αναλυτικότερα, στο Γράφημα 7 φαίνεται η έντονη μεταβολή της ημερήσιας υψηλής θερμοκρασίας συγκριτικά με τους πιο ήπιους μεταβαλλόμενους ημερήσιους μέσους όρους της δεκαετίας 2012-2021, αφού κατά περιόδους μπορεί να μεταβληθεί κατά 10°C ανά ημέρα. Για παράδειγμα, στις 21 Ιανουαρίου του 2022 η θερμοκρασία ήταν 13,5°C και στις 22 Ιανουαρίου του 2022 ήταν 5,9°C , δηλαδή η διαφορά ήταν 7,6°C. Τις ίδιες ημερομηνίες για τη δεκαετία η διαφορά αντιστοίχως ήταν 0,61°C. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι πλέον η απόκτηση ακραίων τιμών σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα είναι πολύ εφικτή.

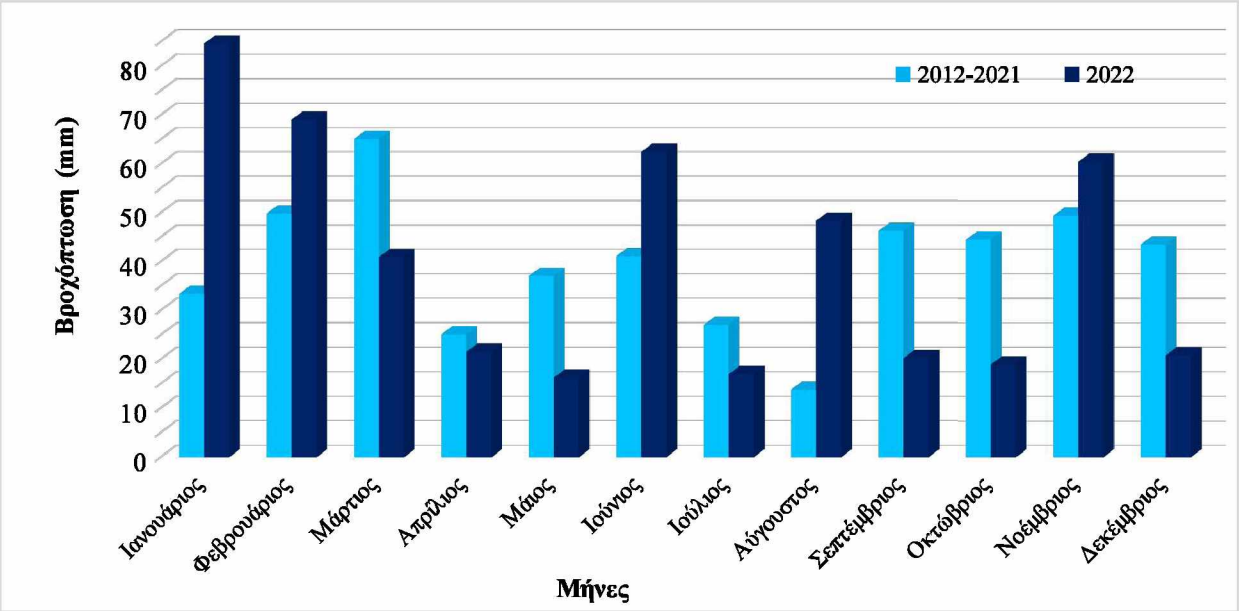


Γράφημα 7. Η ημερήσια υψηλή θερμοκρασία (°C) για το έτος 2022 (κόκκινη γραμμή) και ο μέσος όρος των ημερήσιων υψηλών θερμοκρασιών (°C) για τη δεκαετία 2012-2021 (μπλε γραμμής).

Η άνοδος της θερμοκρασίας του αέρα είναι γεγονός και μάλιστα, έχει σαν αποτέλεσμα την επιτάχυνση των φαινολογικών σταδίων, όπως της έκπτυξης των οφθαλμών και του περκασμού. Αυτό οδηγεί σε διάφορα προβλήματα και ένα από

αυτά είναι η έκθεση των εκπτυγμένων οφθαλμών σε όψιμους ανοιξιάτικους παγετούς, οι οποίοι θα επιδράσουν αρνητικά στους οφθαλμούς ή στη ζωηρότητα των νεαρών βλαστών. Επιπλέον, ο πρώιμος περκασμός μπορεί να επηρεάσει τη χημική σύσταση των ραγών και τη μεταγενέστερη ποιότητα του παραγώμενου οίνου, επειδή η ωρίμανση των σταφυλιών θα συμβεί κατά τη διάρκεια της πιο ζεστής περιόδου (Amato *et al.*, 2020). Ωστόσο, αξιοσημείωτο είναι ότι κάποιες μέρες με υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να είναι ευεργετικές κατά την περίοδο ωρίμανσης, αλλά η υπερβολική εμφάνιση υψηλών τιμών κατά την ωρίμανση και καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου μπορεί να προκαλέσει καταπόνηση στα φυτά, αύξηση της διαπνοής, μείωση της φωτοσύνθεσης, και της διαθεσιμότητας του νερού στο έδαφος. Έτσι, επηρεάζονται τα οικοφυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων (π.χ στοματική αγωγιμότητα, θερμοκρασία του φύλλου) και πραγματοποιείται συσσώρευση φαινολών και μη συσσώρευση σακχάρων στις ράγες (Ramos and Martinez de Toda, 2020, Amato *et al.*, 2020).

Ένας, ακόμα, από τους κύριους περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των ραγών και τη βλαστική ανάπτυξη είναι το έλλειμα νερού. Η κατάσταση του νερού ενός αμπελώνα εξαρτάται από την διαθεσιμότητα νερού (εδαφικό νερό, βροχοπτώσεις και άρδευση), τις ατμοσφαιρικές συνθήκες (σχετική υγρασία, θερμοκρασία), καθώς και από την ικανότητα του πρέμνου να απορροφά και να μεταφέρει νερό στα όργανα του (Baeza *et al.*, 2019). Το ποσό και η κατανομή της βροχόπτωσης παίζει σημαντικό ρόλο και γι' αυτό στο Γράφημα 8 παρουσιάζεται ο μέσος όρος των βροχοπτώσεων κατά μήνα για τη δεκαετία 2012-2021 συγκριτικά με τη μηνιαία βροχόπτωση του 2022.



Γράφημα 8. Ο μέσος όρος των βροχοπτώσεων (mm) κατά μήνα για τη δεκαετία 2012-2021 (γαλάζια στήλη) και η μηνιαία βροχόπτωση (mm) για το πειραματικό έτος 2022 (σκούρα μπλε στήλη).

Από το Γράφημα 8 γίνεται αντιληπτό ότι αυξήθηκε η βροχόπτωση του 2022 τους μήνες Ιανουάριο (+153%), Φεβρουάριο (+39%), Ιούνιο (+52%), Αύγουστο (+250%) και Νοέμβριο (+22%), όμως η άνοδος δεν είναι τόσο αποδοτική. Εφόσον η άμπελος βρίσκεται σε λήθαργο κατά τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο και σε κάποιες περιπτώσεις όπου γίνεται το χειμερινό κλάδεμα είναι επικίνδυνη ως προς την αύξηση των ασθενειών. Τον Νοέμβριο πηγαίνει προς τη φάση του ληθάργου και τον Αύγουστο βρίσκεται στο στάδιο της ωρίμανσης, όπου η βροχόπτωση έχει επίδραση στη ποιότητα και τη σύσταση της ράγας. Επιπλέον, στους υπόποιλους μήνες που παρουσιάστηκε μείωση συγκριτικά με τις τιμές της δεκαετίας, το ποσοστό μεταβολής τους ήταν κατά προσέγγιση 50%.

Η μείωση της βροχόπτωσης κατά τους ανοιξιάτικους μήνες (αρχή της καλλιεργητικής περιόδου) έχει μεγάλο αντίκτυπο, επειδή το έλλειμμα νερού μειώνει την απόδοση. Ειδικότερα, τα έντονα και επίμονα ελλείμματα νερού συνήθως μειώνουν τη γονιμότητα των οφθαλμών μέσω της πτώσης του αριθμού τους και του μεγέθους των ταξιανθιών. Άρα, η άμπελος είναι πολύ ευαίσθητη στο έλλειμα νερού κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας (Baeza *et al*., 2019).

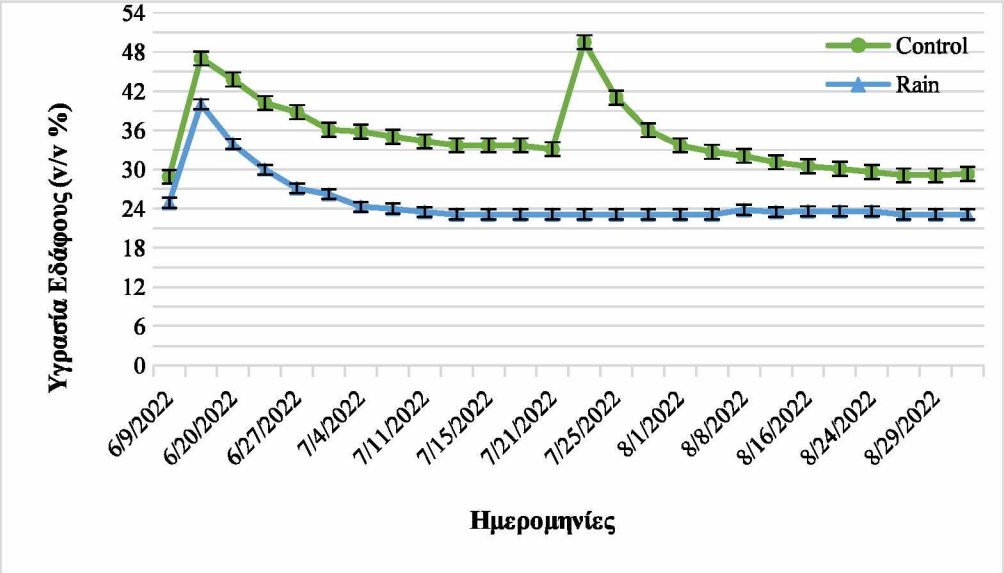
Αργότερα κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας, όταν οι απαιτήσεις της αμπέλου για φωτοσυνθετικά προϊόντα υπερβαίνουν τη φωτοσυνθετική ικανότητα, τότε η ευαισθησία στο έλλειμμα νερού αυξάνεται. Έτσι, όταν συνθήκες ξηρασίας υπάρχουν

στις αρχές της άνοιξης μπορεί να χαλαρώσει ολόκληρη η ταξιανθία και να μειωθεί ο τελικός αριθμός των μελλοντικών κληματίδων (Baeza *et al*., 2019).

3.1.2 Αισθητήρες εδαφικής υγρασίας

Οι παρακάτω τιμές αντιστοιχούν στην ογκομετρική εδαφική υγρασία, η οποία μετρήθηκε κατά την πειραματική διαδικασία για να ελέγχονται τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης με σκοπό τη διατήρηση τους στα επιθυμητά επίπεδα και για την έκφραση της ποσότητας του νερού που είναι αποθηκευμένο σε ένα συγκεκριμένο όγκο εδάφους.

Στο Γράφημα 9 παρουσιάζεται η ογκομετρική εδαφική υγρασία (v/v %) σε συνάρτηση με την πάροδο του χρόνου μόνο για τις μεταχειρίσεις Control και Rain για την ποικιλία Αγιωργίτικο.



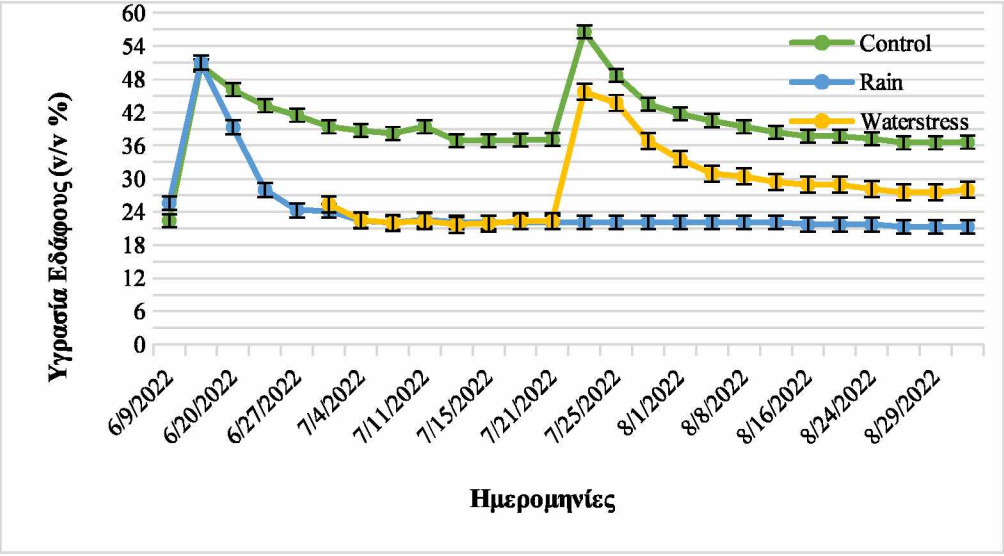
Γράφημα 9. Η υγρασία εδάφους (v/v %) για τη μεταχείριση Control (πράσινη γραμμή) και Rain (γαλάζια γραμμή) για την ποικιλία Αγιωργίτικο.

Από το παραπάνω γράφημα γίνεται αντιληπτό ότι στις 14 Ιουνίου οι τιμές είναι υψηλές και για τις 2 μεταχειρίσεις (συγκριτικά πάντοτε με τις υπόλοιπες τιμές) και αυτό οφείλεται στην έντονη βροχόπτωση (49,3 mm) και στο πότισμα που είχε εφαρμοστεί πριν λίγες ημέρες. Μετά από αυτή την υψηλή τιμή παρατηρείται μείωση στην εδαφική υγρασία, η οποία είναι επιθυμητή για να μπορέσει να διατηρηθεί στο επιθυμητό εύρος για κάθε επέμβαση. Πιο συγκεκριμένα, η ογκομετρική εδαφική υγρασία θα πρέπει να είναι 30-35% v/v για τη μεταχείριση Control και 20-23% v/v για τις μεταχειρίσεις Water Stress και Rain, γιατί το εδαφικό νερό θα πρέπει να είναι

εύκολα διαθέσιμο στην πρώτη περίπτωση και αργά διαθέσιμο στη δεύτερη. Φυσικά, το εύρος των επιθυμητών τιμών προέκυψε με βάση τον τύπο του εδάφους του αμπελώνα, ο οποίος είναι ιλυο-πηλώδης (Brady and Weil, 2011).

Στο ίδιο γράφημα, στη συνέχεια, παρατηρείται μία σχετική σταθεροποίηση των τιμών στο 23% v/v για τη μεταχείριση Rain μέχρι το τέλος των μετρήσεων, ενώ στη μεταχείριση Control εμφανίζεται μία απότομη άνοδος στις 22 Ιουλίου, όπου η εδαφική υγρασία αυξήθηκε +16,4% v/v μέσα σε μία ημέρα εξαιτίας της τρίωρης άρδευσης που εφαρμόστηκε στις 21 Ιουλίου. Σε γενικά πλαίσια, η επέμβαση Rain παρέμεινε σχεδόν για όλη την πειραματική περίοδο στο επιθυμητό εύρος τιμών, σε αντίθεση με την επέμβαση Control που για μικρότερα χρονικά διαστήματα κατείχε τις επιθυμητές τιμές.

Στο Γράφημα 10 απεικονίζεται η ογκομετρική εδαφική υγρασία με την πάροδο του χρόνου για την ποικιλία Ασύρτικο και για τις επεμβάσεις Control, Rain και Water Stress. Όπως είναι εμφανές και από το γράφημα, η τοποθέτηση του αισθητήρα για την επέμβαση Water Stress έγινε αργότερα σε σχέση με των άλλων δύο και γι' αυτό οι τιμές του ξεκινάνε στις 29 Ιουνίου έναντι των τιμών στις 9 Ιουνίου.



Γράφημα 10. Η υγρασία εδάφους (v/v %) για τις μεταχειρίσεις Control (πράσινη γραμμή), Rain (γαλάζια γραμμή) και Water Stress (κίτρινη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο.

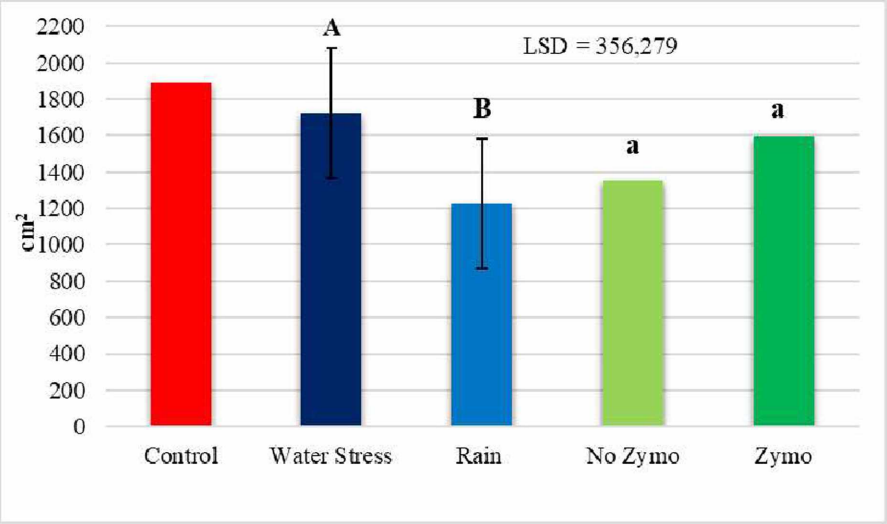
Όπως και στο Γράφημα 9, έτσι και στο Γράφημα 10 υπάρχει μία άνοδος στην αρχή, η οποία οφείλεται στους προαναφερόμενους λόγους και μετέπειτα, η αντίστοιχη πτώση τους. Ακολούθως, διακρίνεται η απότομη αύξηση της εδαφικής υγρασίας στις 22 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control (19,5% v/v) και Water Stress (+23,4% v/v), οι

οποίες είναι και αυτές που αρδεύονται. Μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων, η πιο σταθερή επέμβαση στο επιθυμητό εύρος τιμών είναι η Rain, ενώ οι μεταχειρίσεις Control και Water Stress κατείχαν το σωστό ποσοστό μέχρι το ήμισυ των πειραματικών μετρήσεων (21 Ιουλίου). Αυτή η αστάθεια των τιμών μπορεί να έχει επηρεάσει τα υπόλοιπα αποτελέσματα, γιατί η αύξηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό οδηγεί στην αύξηση της φωτοσύνθεσης, της διαθεσιμότητας και κινητικότητας των θρεπτικών στοιχείων (Μπιλάλης *κ.α.*, 2019). Επιπλέον, υπάρχει πιθανότητα να μην καταπονήθηκαν επαρκώς τα πρέμνα της μεταχείρισης Water Stress, επειδή η εδαφική υγρασία τους ήταν στο επίπεδο του καλά διαθέσιμου νερού για αρκετό χρονικό διάστημα.

3.1.3 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στη βλαστική ανάπτυξη και τη φυλλική επιφάνεια

- **Ποικιλία Ασύρτικο**

Στο Γράφημα 11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την κύρια φυλλική επιφάνεια των μεταχειρίσεων της ποικιλίας Ασύρτικο. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη κύρια φυλλική επιφάνεια συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επιπλέον, από το Γράφημα παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση. Έτσι, η μεταχείριση Water Stress παρουσιάζει υψηλότερη κύρια φυλλική επιφάνεια από τη μεταχείριση Rain κατά 28,7%.



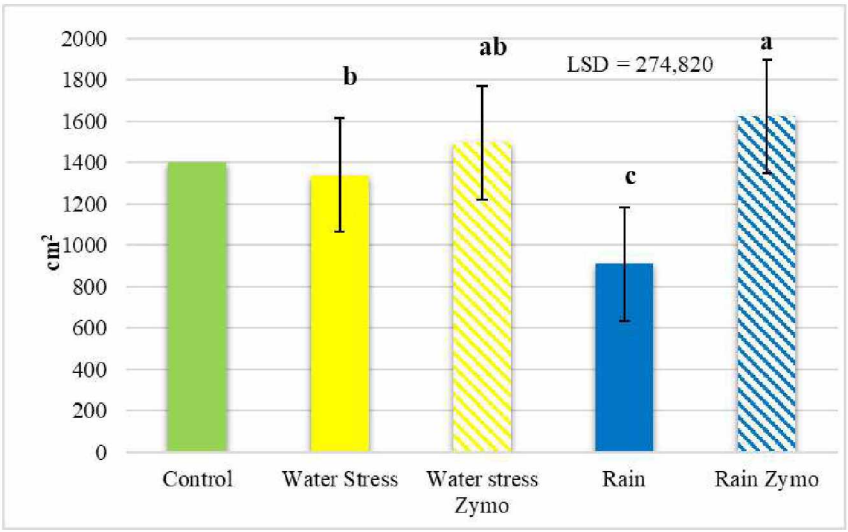
***p* value**
Irrigation (I)
0,013 *
Treatment (T)
0,149 n.s
I × T
0,708 n.s

Γράφημα 11. Η κύρια φυλλική επιφάνεια (cm^2) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo & Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Το * και το n.s υποδηλώνουν στατιστικώς ή μη σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους για $p \leq 0.05$, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (219,3).

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων της δευτερεύουσας φυλλικής επιφάνειας, του μήκους του βλαστού και της διαμέτρου του 5ου μεσογονάτιου διαστήματος δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και γι' αυτό δεν παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές τους.

❖ **Ποικιλία Αγιωργίτικο**

Από το Γράφημα 12 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την μεγαλύτερη κύρια φυλλική επιφάνεια από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, αλλά η μεταχείριση Rain Zymo έχει την υψηλότερη τιμή. Επίσης, από το Γράφημα παρουσιάζεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Rain Zymo δεν διαφέρει από τη μεταχείριση Water Stress Zymo, η οποία δεν διαφέρει από την μεταχείριση Water Stress. Τέλος, η μεταχείριση Rain διαφέρει με τις μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo και Rain Zymo.

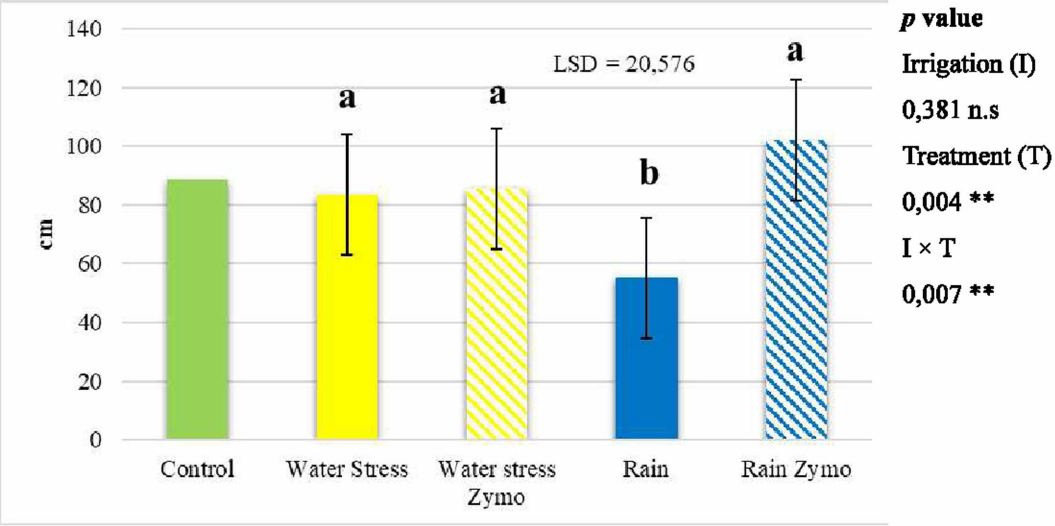


***p* value**
Irrigation (I)
0,113 n.s
Treatment (T)
<0,001 ***
I × T
0,011 *

Γράφημα 12. Η κύρια φυλλική επιφάνεια (cm^2) για τις επεμβάσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain & Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Τα *, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (82,34).

Στο Γράφημα 13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το μήκος του βλαστού και παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει το μεγαλύτερο μήκος. Πιο

συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Rain Zymo έχει το μεγαλύτερο μήκος βλαστού. Στη συνέχεια, παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Αναλυτικότερα, οι μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν όλες με τη μεταχείριση Rain. Για παράδειγμα, η μεταχείριση Rain Zymo παρουσιάζει μεγαλύτερο μήκος βλαστού κατά 46,3% από τη μεταχείριση Rain.



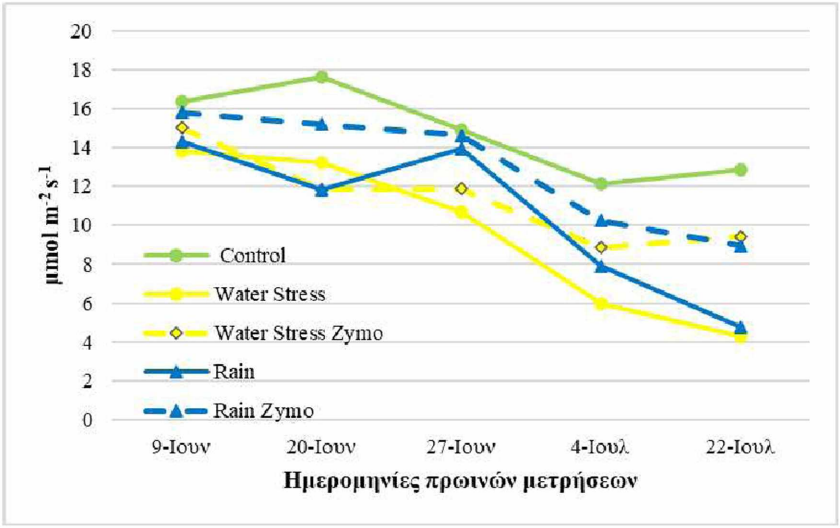
Γράφημα 13. Το μήκος του βλαστού (cm) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain & Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, αντίστοιχα. Τα **, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (7,52).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των μετρήσεων της δευτερεύουσας φυλλικής επιφάνειας και της διαμέτρου του 5ου μεσογονάτιου διαστήματος δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και γι' αυτό δεν παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές τους.

3.1.4 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στις φυσιολογικές παραμέτρους και στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φύλλου

❖ **Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα της ποικιλίας Ασύρτικο**

Κατά την πειραματική διαδικασία, έγινε προσδιορισμός της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας για τις 5 μεταχειρίσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Οι μετρήσεις γίνονταν σε πρωινές και μεσημεριανές ώρες και οι επερχόμενες τιμές από αυτές παρουσιάζονται στα Γραφήματα 14 και 15.

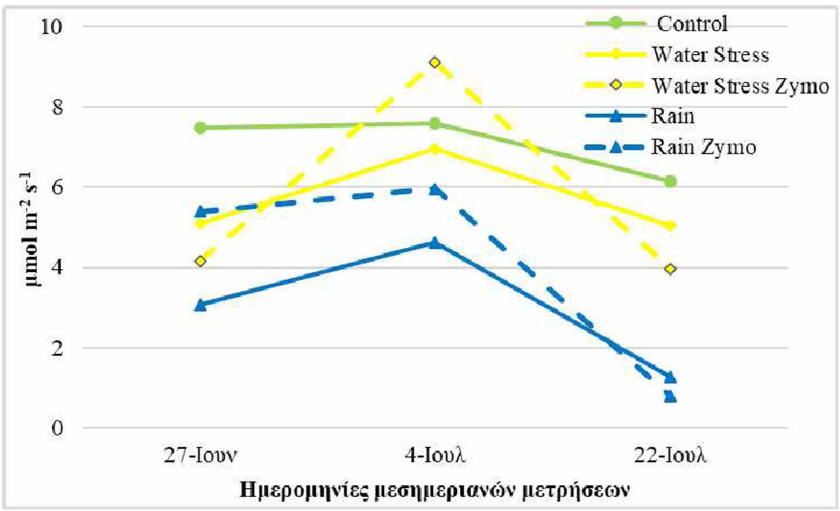


Γράφημα 14. Η πρωινή φωτοσυνθετική δραστηριότητα Α (μmol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο.

Πιο συγκεκριμένα, στο Γράφημα 14 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control είχε τον υψηλότερή πρωινή φωτοσυνθετική δραστηριότητα καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων, ενώ η μεταχείριση Water Stress είχε τον χαμηλότερο ρυθμό για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα συγκριτικά με τις υπόλοιπες. Στην συνέχεια, η επέμβαση Rain φαίνεται να διατηρεί τη φωτοσυνθετική δραστηριότητά της περίπου στο ήμισυ μεταξύ των ρυθμών των μεταχειρίσεων Control και Water Stress. Επιπλέον, η μεταχείριση Rain Zymo έχει υψηλότερες τιμές από τη μεταχείριση Rain καθ' όλη τη διάρκεια. Εξίσου, η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει μεγαλύτερες τιμές από την επέμβαση Water Stress, αλλά χαμηλότερες από τις τιμές της μεταχείρισης Rain Zymo. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει μεγάλη μεταβολή της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας με τη πάροδο του χρόνου και αυτό φαίνεται

μέσω της μείωσης των τιμών από της 9 Ιουνίου μέχρι 22 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις. Για παράδειγμα, η μεταχείριση Water Stress στις 9 Ιουνίου έχει φωτοσύνθεση 13,807 μmol m^{-2} s^{-1}, ενώ στις 22 Ιουλίου έχει 4,297 μmol m^{-2} s^{-1}. Άρα μειώθηκε κατά -68,9%.

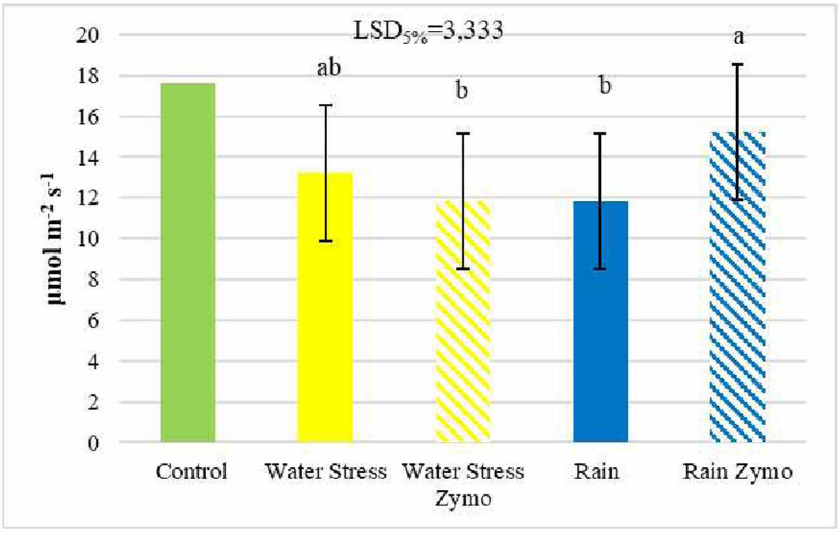
Στο Γράφημα 15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μεσημεριανών μετρήσεων. Στις 27 Ιουνίου φαίνεται να έχει τον υψηλότερο μεσημεριανή φωτοσυνθετική δραστηριότητα η μεταχείριση Control (7,480 μmol m^{-2} s^{-1}) και το χαμηλότερο η μεταχείριση Rain (3,087 μmol m^{-2} s^{-1}). Τις ενδιάμεσες τιμές καταλαμβάνουν οι υπόλοιπες 3 επεμβάσεις. Στις 4 Ιουλίου, την υψηλότερη τιμή την εμφανίζει η μεταχείριση Water Stress Zymo (9,087 μmol m^{-2} s^{-1}) και συγκριτικά με τη μεταχείριση Control είναι υψηλότερη κατά 16,5%. Στη συνέχεια, η μικρότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα ανήκει στην επέμβαση Rain και είναι 4,627 μmol m^{-2} s^{-1}. Στις 22 Ιουλίου η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα κατά τις μεσημεριανές ώρες και έπειτα, παρατηρείται ότι υπόλοιπες επεμβάσεις έχουν μικρότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Μάλιστα, διαφέρουν κατά 22,1% για την επέμβαση Water Stress, 35,4% για την επέμβαση Water Stress Zymo, 79,3% για την επέμβαση Rain και 87,0% για την επέμβαση Rain Zymo.



Γράφημα 15. Η μεσημεριανή φωτοσυνθετική δραστηριότητα A (μmol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο.

Από το Γράφημα 14 και το Γράφημα 15 γίνεται αντιληπτό ότι η φωτοσυνθετική δραστηριότητα είναι υψηλότερος τις πρωινές ώρες απ' ότι της μεσημεριανές και

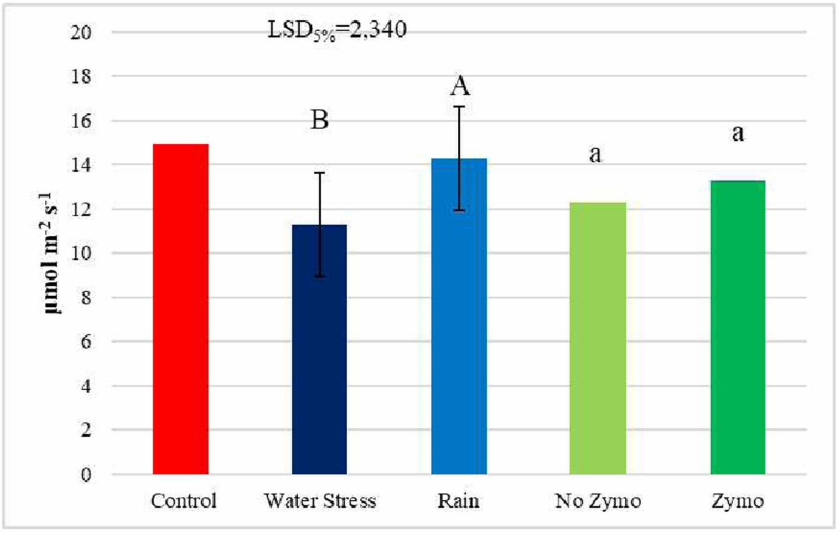
μάλιστα, για τη ποικιλία Ασύρτικο οι τιμές κυμαίνονται από 4,297 έως 15,800 μmol m^{-2} s^{-1} τις πρωινές ώρες και 0,800 έως 7,480 μmol m^{-2} s^{-1} τις μεσημεριανές ώρες.



p value	
Irrigation (I)	
0,363 n.s	
Treatment (T)	
0,351 n.s	
I × T	
0,049 *	

Γράφημα 16. Η πρωινή φωτοσυνθετική δραστηριότητα A (μmol m^{-2} s^{-1}) στις 20 Ιουνίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Τα * και ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (2,28).

Αρχικά, στο Γράφημα 16 παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Η μεταχείριση Control έχει τον υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση Rain Zymo διαφέρει από τις μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain και η τιμή της είναι υψηλότερη κατά 22,3%. Ωστόσο, η μεταχείριση Water Stress δεν διαφέρει από τις τρεις προαναφερόμενες μεταχειρίσεις.



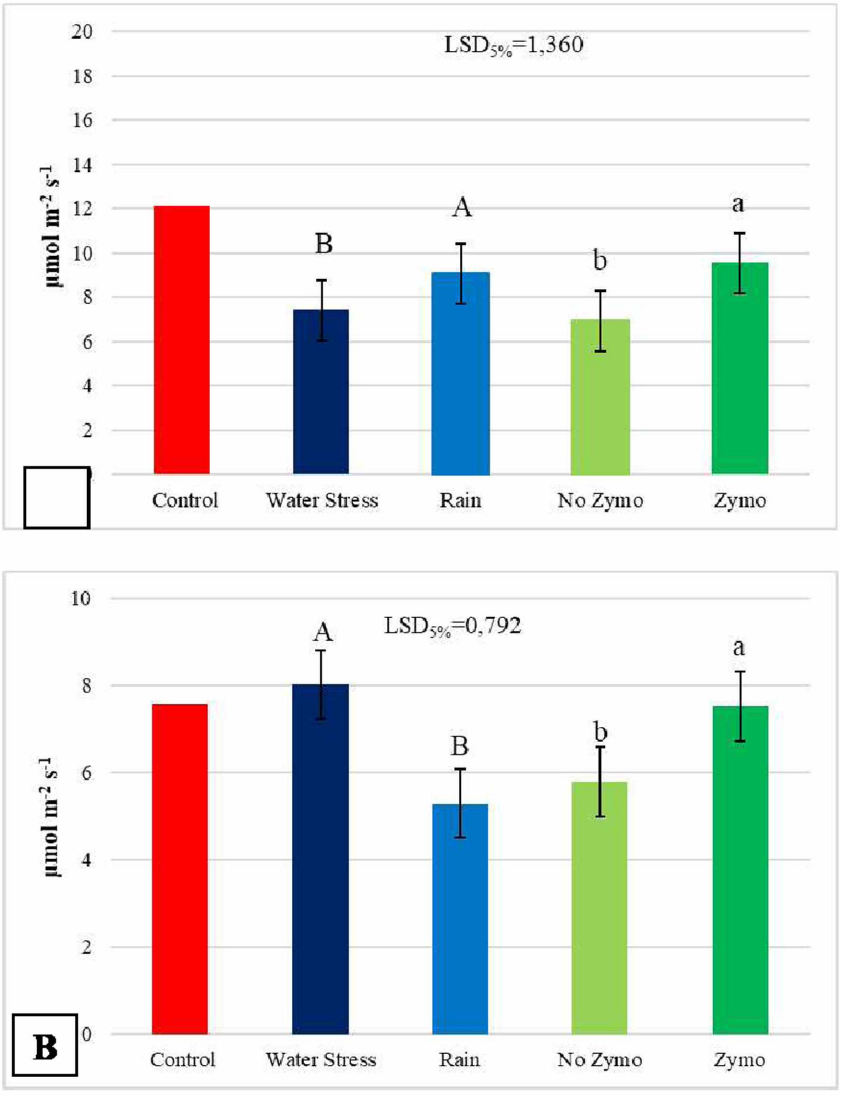
Γράφημα 17. Η πρωινή φωτοσυνθετική δραστηριότητα A (μmol m^{-2} s^{-1}) στις 27 Ιουνίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Το * και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,87).

Στο Γράφημα 17 παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Control έχει τη μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επιπλέον, παρουσιάζεται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση. Πιο συγκεκριμένα, για τον παράγοντα άρδευση η μεταχείριση Water Stress έχει μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα από την επέμβαση Rain κατά 26,7%.

Στο Γράφημα 18 παρουσιάζεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα κατά τις πρωινές (A) και μεσημεριανές (B) ώρες για τις 4 Ιουλίου. Κατά τη πρωινή μέτρηση, η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα απ' όλες τις μεταχειρίσεις. Έπειτα, παρατηρείται από το Διάγραμμα A ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική για τον παράγοντα άρδευση και για τον παράγοντα ψεκασμός, αλλά όχι αλληλεπίδραση. Ειδικότερα, για τον παράγοντα άρδευση παρατηρείται ότι η μεταχείριση Rain έχει υψηλότερη τιμή από την επέμβαση Water Stress κατά 22,4%. Επιπλέον, για τον παράγοντα ψεκασμός παρατηρείται ότι η μεταχείριση Zymo έχει μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα από τη μεταχείριση No Zymo κατά 38,0%.

Κατά τις μεσημεριανές μετρήσεις (Διάγραμμα B), η μεταχείριση Control δεν έχει τη μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, γιατί η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη τιμή κατά 5,7%. Επιπλέον, από το Διάγραμμα A παρατηρείται ότι δεν

υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά μόνο στατιστικώς σημαντικά διαφορά για τον παράγοντα άρδευση και για τον παράγοντα ψεκασμός. Ειδικότερα, για τον παράγοντα άρδευσης παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη τιμή από τη μεταχείριση Rain κατά 34,0%. Τέλος, για τον παράγοντα ψεκασμός φαίνεται ότι η μεταχείριση Zymo έχει υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα (+30,05%) από αυτή της μεταχείρισης No Zymo.

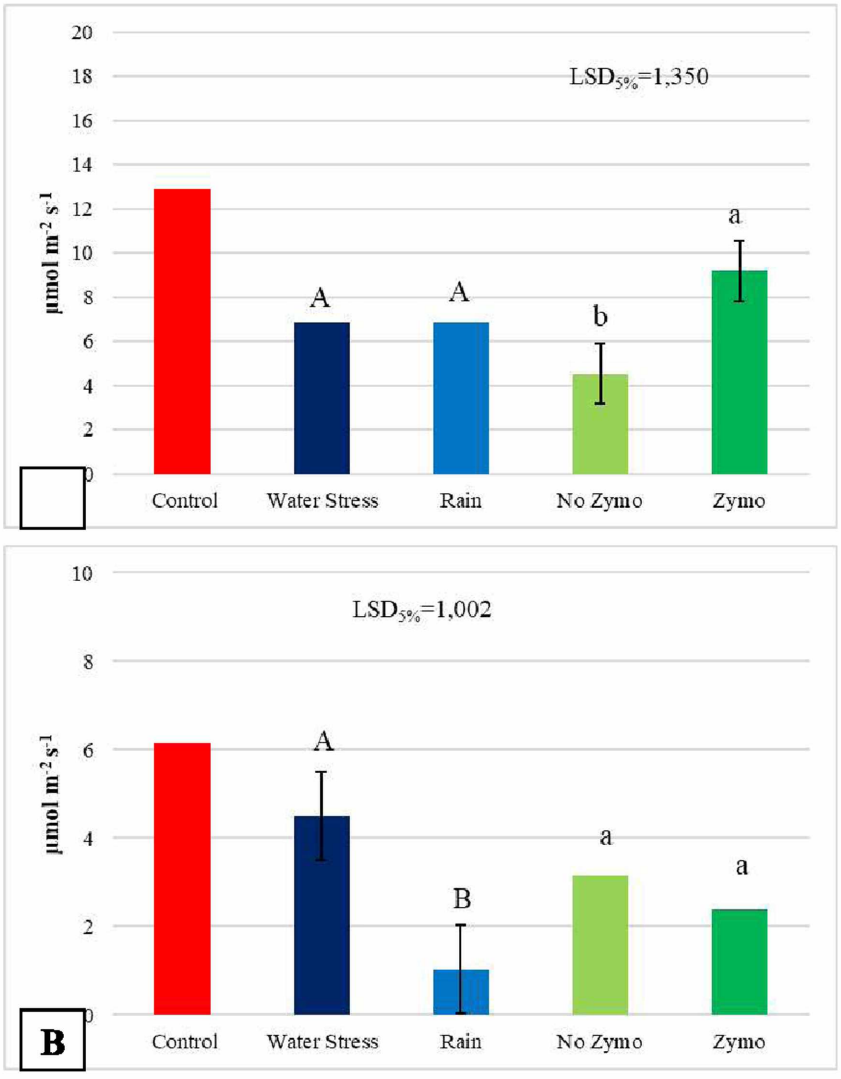


Γράφημα 18. Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα A (µmol m^{-2} s^{-1}) στις 4 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. (A): πρωινές τιμές και (B): μεσημεριανές τιμές. Τα *, **, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο p≤0,05, p≤0,01, p≤0,001 και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,83) για τις πρωινές τιμές και M.O ± S.D (1,11) για τις μεσημεριανές τιμές..

Στο Γράφημα 19 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τη πρωινή και μεσημεριανή μέτρηση στις 22 Ιουλίου. Από το Διάγραμμα Α φαίνεται ότι η μεταχείριση Control

έχει τη μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα κατά τις πρωινές ώρες συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ακόμα, από το ίδιο Διάγραμμα παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά μόνο μία στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα ψεκασμός. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Zymo έχει υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα κατά 102,7% από τη μεταχείριση No Zymo.

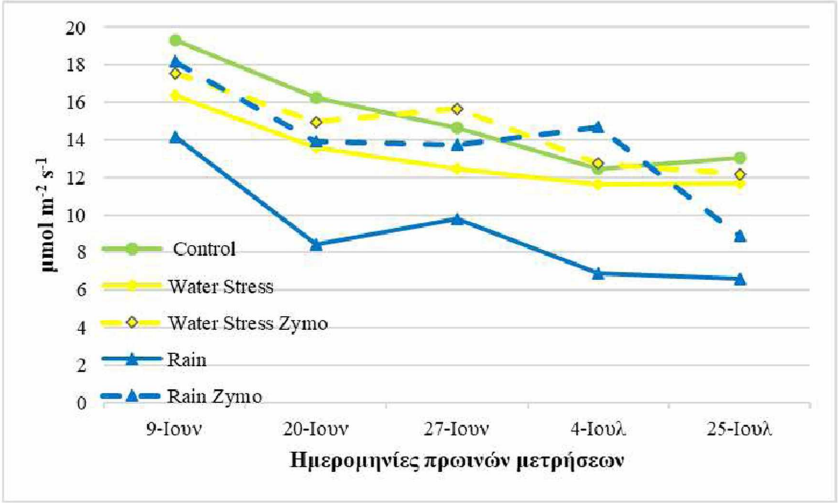
Από το Διάγραμμα Β του Γραφήματος 19, παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Control έχει τον μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα κατά τις μεσημεριανές ώρες συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επιπλέον, παρουσιάζεται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων και ότι μόνο ο παράγοντας άρδευση εμφάνισε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Αναλυτικότερα, η τιμή της μεταχείρισης Water Stress είναι μεγαλύτερη κατά 77,0% από αυτή της μεταχείρισης Rain.



Γράφημα 19. Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα Α (μmol m^{-2} s^{-1}) στις 22 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. (Α): πρωινές

τιμές και (Β): μεσημεριανές τιμές. Τα *** και ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο p≤0,001 και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,86) για τις πρωινές τιμές και M.O ± S.D (3,18) για μεσημεριανές ώρες.

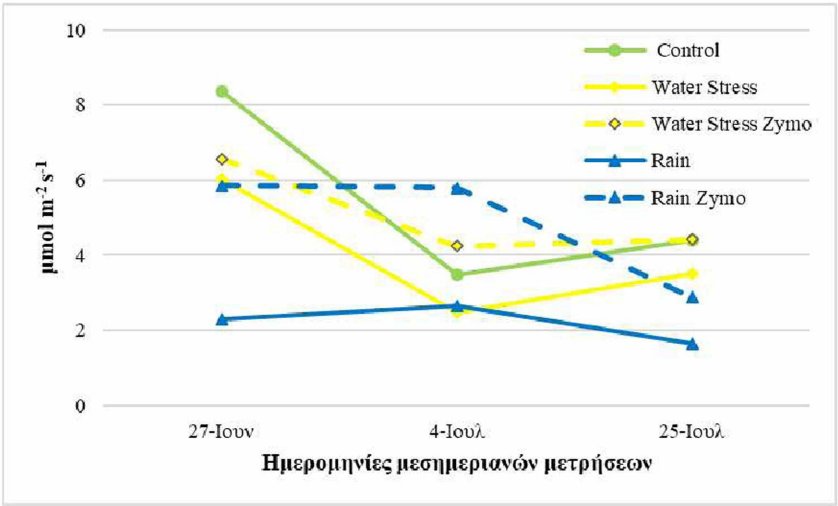
❖ Ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης της ποικιλίας Αγιωργίτικο



Γράφημα 20. Η πρωινή φωτοσυνθετική δραστηριότητα A (μmol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

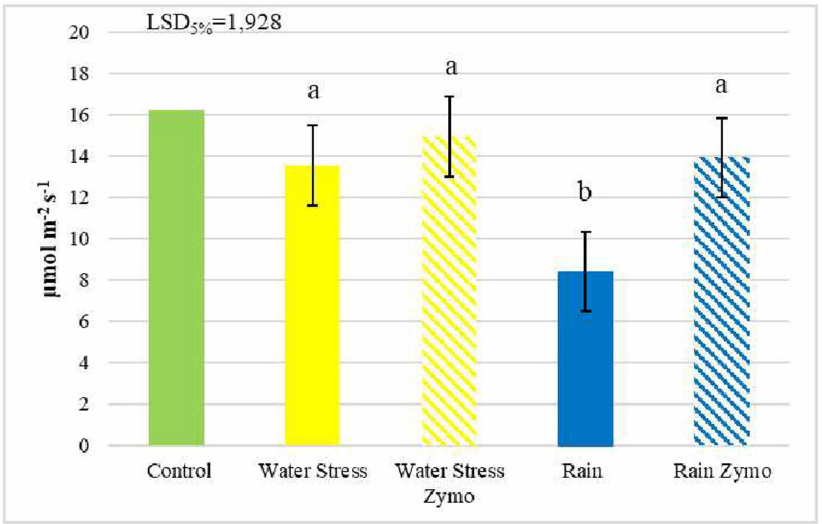
Από το Γράφημα 20 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει τον υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα για τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν 9 Ιουνίου, 20 Ιουνίου και 25 Ιουλίου, ενώ στις υπόλοιπες μετρήσεις σημειώθηκε μείωση στη φωτοσυνθετική δραστηριότητά της. Η μεταχείριση Rain έχει τον χαμηλότερο πρωινή φωτοσυνθετική δραστηριότητα συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επιπλέον, οι μεταχειρίσεις Rain Zymo και Water Stress Zymo έχουν υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα από τις αντίστοιχες μη ψεκασμένες μεταχειρίσεις καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Επίσης, η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει υψηλότερη τιμή από τη μεταχείριση Control στις 27 Ιουνίου και εξίσου, οι μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain Zymo έχουν υψηλότερη τιμή από τη μεταχείριση Control στις 4 Ιουλίου. Τέλος, η φωτοσυνθετική δραστηριότητα της μεταχείρισης Water Stress παρατηρείται ότι είναι μεγαλύτερος από αυτόν της μεταχείρισης Rain καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων.

Στο Γράφημα 21, ακολούθως, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις μεσημεριανές μετρήσεις και φαίνεται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα για τις μετρήσεις 27 Ιουνίου και 25 Ιουλίου, ενώ στις 4 Ιουλίου παρατηρείται μείωση της τάξης 58,4%. Στη συνέχεια, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Rain έχει τις χαμηλότερες τιμές καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Σχετικά με τη μεταχείριση Rain Zymo, παρουσιάζεται μία μείωση (-0,9%) στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα μεταξύ των μετρήσεων 27 Ιουνίου με 4 Ιουλίου και ακολουθεί μία μεγαλύτερη μείωση (-50,3%) κατά τη μέτρηση στις 25 Ιουλίου. Τέλος, για τις μεταχειρίσεις Water Stress και Water Stress Zymo αξίζει να σημειωθεί ότι η φωτοσυνθετική δραστηριότητά τους μειώθηκε μεταξύ των μετρήσεων 27 Ιουνίου με 4 Ιουλίου κατά -58,9% και -35,4%, αντίστοιχα. Ωστόσο, παρουσίασαν αύξηση μέχρι τη μέτρηση στις 25 Ιουλίου, η οποία ήταν +42,05% για τη μεταχείριση Water Stress και +4,08% για τη μεταχείριση Water Stress Zymo.



Γράφημα 21. Η μεσημεριανή φωτοσυνθετική δραστηριότητα A (μmol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

Στα παρακάτω γραφήματα, που ακολουθούν, παρουσιάζονται πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων ανά ημέρα. Ειδικότερα, στο Γράφημα 22 φαίνεται ότι στις 20 Ιουνίου η μεταχείριση Control είχε τον υψηλότερο πρωινή φωτοσυνθετική δραστηριότητα απ' όλες τις μεταχειρίσεις. Επίσης, παρουσιάζεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Αναλυτικότερα, οι μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά όλες διαφέρουν με τη μεταχείριση Rain. Για παράδειγμα, η μεταχείριση Water Stress του παράγοντα άρδευση έχει υψηλότερη τιμή από τη μεταχείριση Rain κατά 38,0%.



***p* value**

Irrigation (I)

<0,001 ***

Treatment (T)

<0,001 ***

I × T

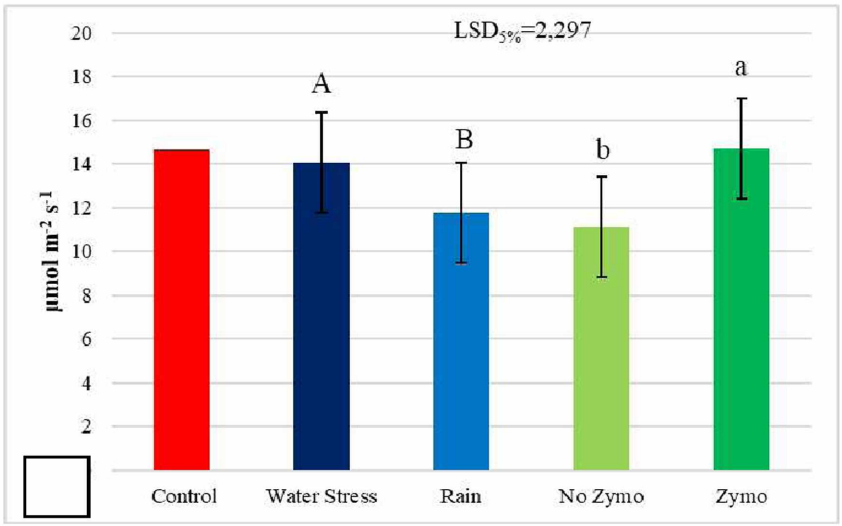
0,008 **

Γράφημα 22. Η πρωινή φωτοσυνθετική δραστηριότητα A (μmol m^{-2} s^{-1}) στις 20 Ιουνίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Τα **, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η

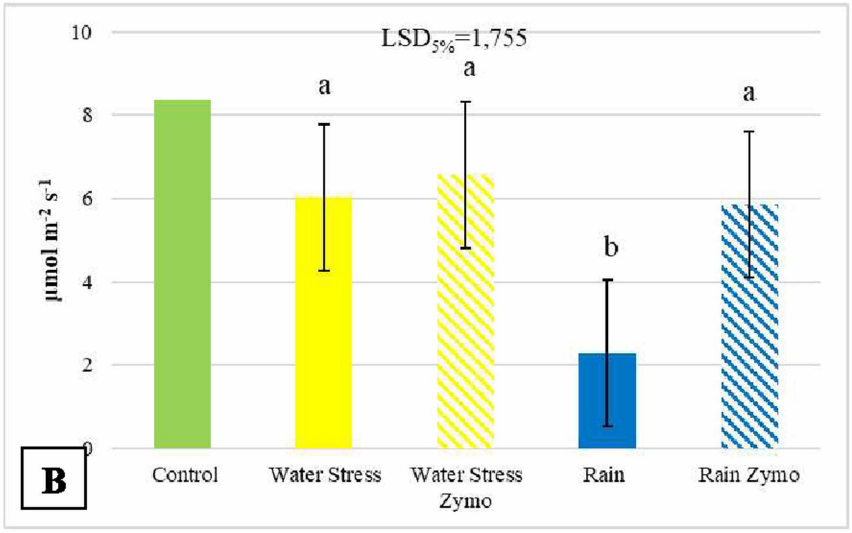
μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,90).

Στο Διάγραμμα Α του Γραφήματος 23 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη πρωινή μέτρηση στις 27 Ιουνίου, τα οποία δεν παρουσίασαν αλληλεπίδραση οι παράγοντες. Η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, αλλά η μεταχείριση Zymo έχει την υψηλότερη τιμή. Μεταξύ των παραγόντων δεν εμφανίστηκε αλληλεπίδραση, αλλά για τον κάθε παράγοντα ξεχωριστά εμφανίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη τιμή κατά 16,4% από τη μεταχείριση Rain, ενώ η μεταχείριση Zymo έχει υψηλότερη τιμή από τη μεταχείριση No Zymo κατά 32,2%.

Τα αποτελέσματα των μεσημεριανών μετρήσεων για τις 27 Ιουνίου παρουσιάζονται στο Διάγραμμα Β και μάλιστα, εμφανίστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Η μεταχείριση Control έχει τον υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα απ' όλες τις μεταχειρίσεις. Οι μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν όλες με τη μεταχείριση Rain, η οποία παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή.



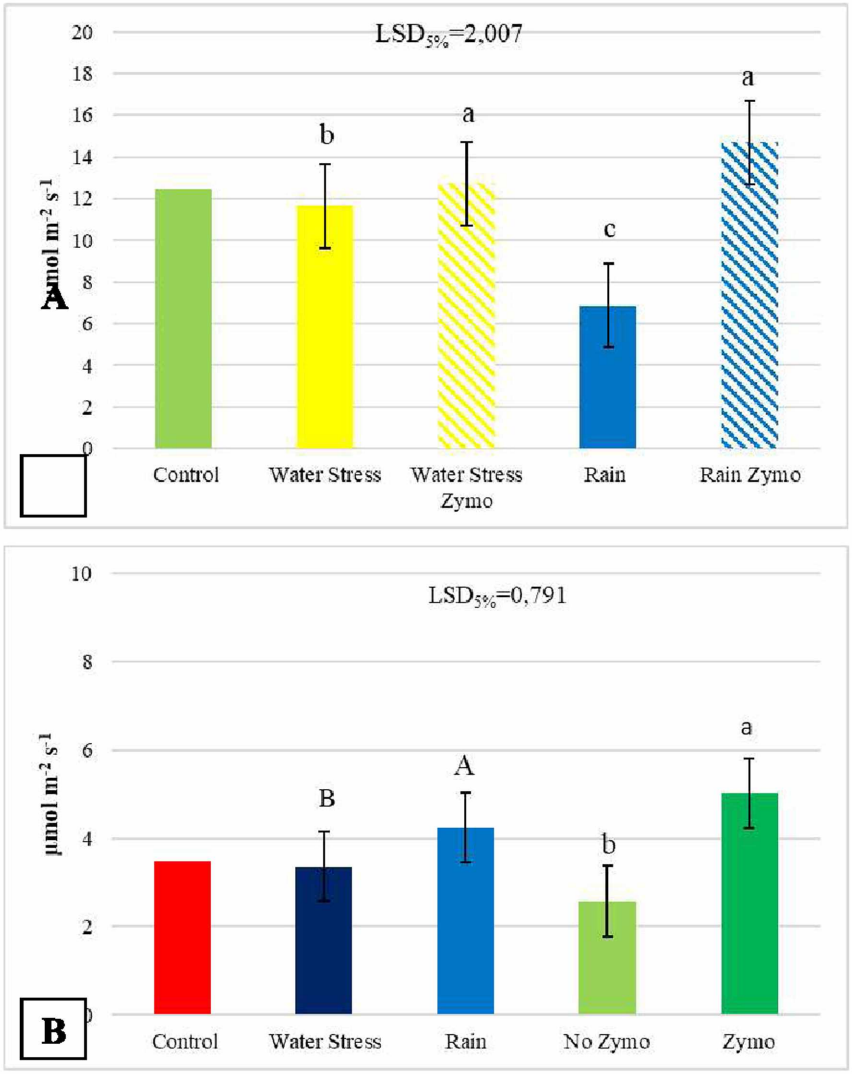
***p* value**
Irrigation (I)
0,049 *
Treatment (T)
0,007 **
I × T
0,710 n.s



Γράφημα 23. Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα Α (μmol m^{-2} s^{-1}) στις 27 Ιουνίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. (Α): πρωινές τιμές και για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο (Β): μεσημεριανές τιμές. Τα *, **, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,14) για τις πρωινές τιμές και M.O ± S.D (2,03) για τις μεσημεριανές τιμές.

Στο παρακάτω Γράφημα 24 και συγκεκριμένα στο Διάγραμμα Α παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των πρωινών μετρήσεων στις 4 Ιουλίου. Επιπλέον, φαίνεται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή για αυτή τη μέτρηση, αλλά η μεταχείριση Rain Zymo. Επιπλέον, μεταξύ των παραγόντων εμφανίστηκε αλληλεπίδραση και οι μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους. Ωστόσο, αυτές οι δύο μεταχειρίσεις διαφέρουν με τις μεταχειρίσεις Water Stress και Rain, οι οποίες, επίσης, διαφέρουν και αυτές μεταξύ τους.

Στο Διάγραμμα Β του Γραφήματος 24 φαίνονται τα απογευματινά αποτελέσματα, τα οποία δεν παρουσίασαν αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Έτσι, για τον παράγοντα άρδευση η μεταχείριση Rain έχει μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα κατά 20,7% από τη μεταχείριση Water Stress και για τον παράγοντα ψεκασμός ισχύει ότι η μεταχείριση Zymo έχει μεγαλύτερη τιμή κατά 48,8% από την μεταχείριση No Zymo.

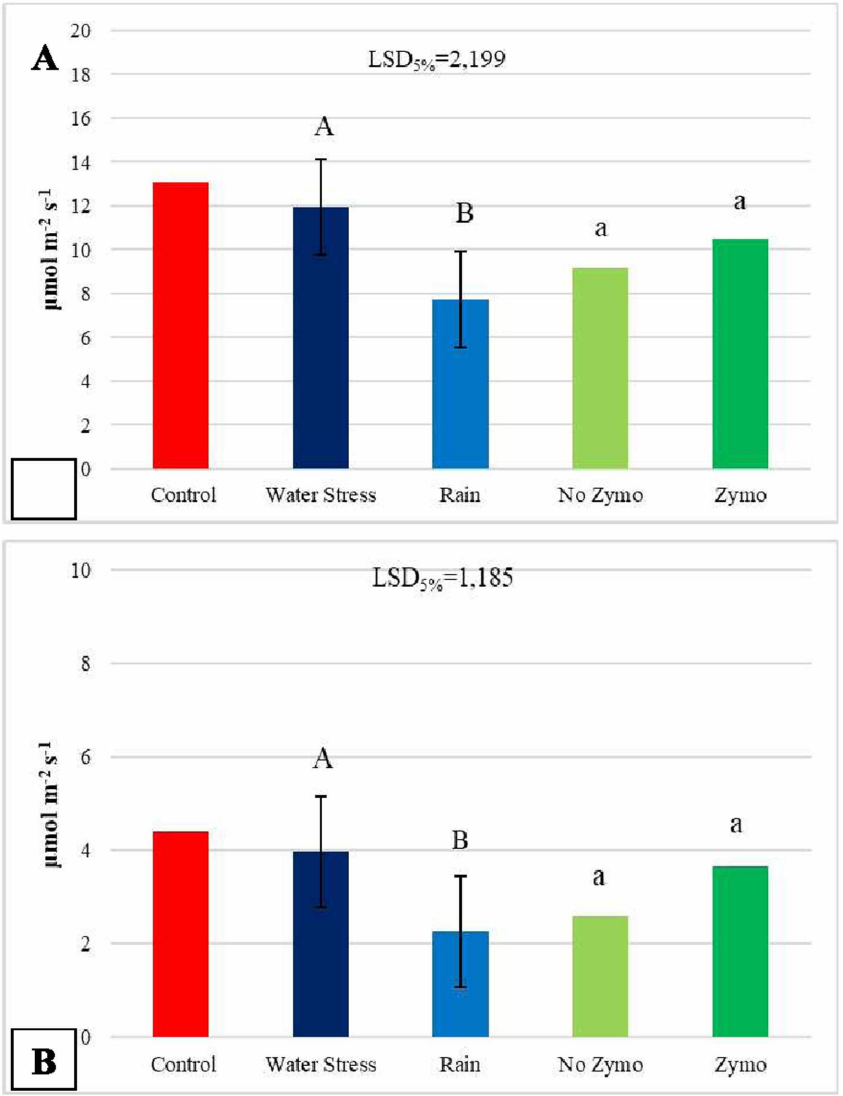


Γράφημα 24. Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα Α (μmol m^{-2} s^{-1}) στις 4 Ιουλίου για τις πρωινές τιμές (Α) των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, Water Stress Zymo και Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο και για τις μεσημεριανές τιμές (Β) τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα *, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο p≤0,05, p≤0,001 και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο Μ.Ο ± S.D (1,40) για τις πρωινές τιμές και Μ.Ο ± S.D (0,55).

Στο Γράφημα 25 και συγκεκριμένα στο Διάγραμμα Α παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της τελευταίας πρωινής μέτρησης. Από αυτό το Διάγραμμα φαίνεται ότι δεν εμφανίστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή απ' όλες τις επεμβάσεις. Για τον παράγοντα ψεκασμός δεν εμφανίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε αντίθεση με τον παράγοντα άρδευση όπου εμφάνισε. Πιο αναλυτικά, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα κατά 35,1% από τη μεταχείριση Rain.

Στο Διάγραμμα Β του Γραφήματος 25, φαίνεται το αποτέλεσμα των μεσημεριανών μετρήσεων για τις 25 Ιουλίου. Η μεταχείριση Control έχει τον υψηλότερη

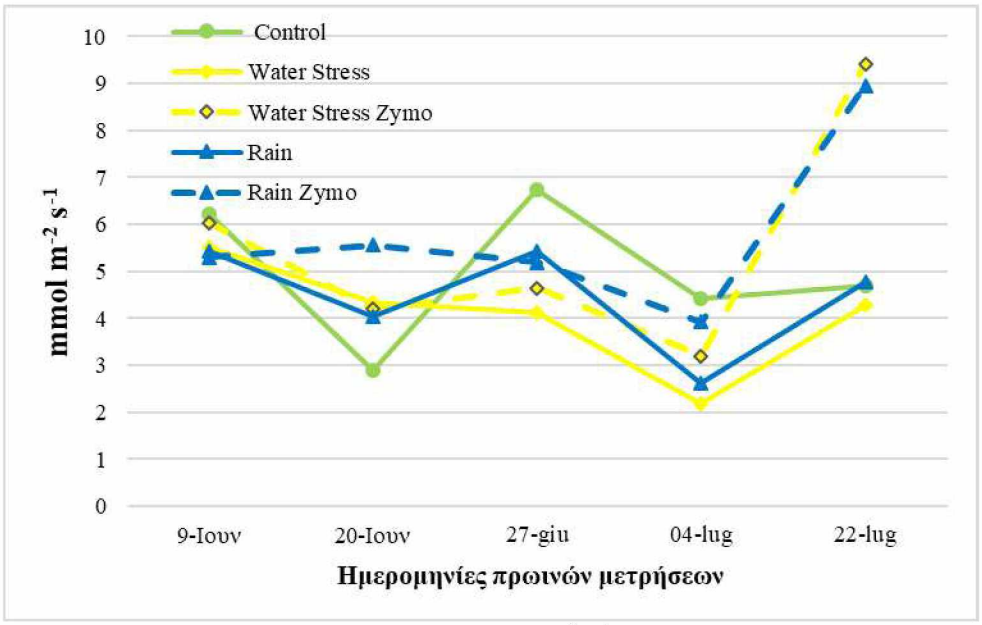
φωτοσυνθετική δραστηριότητα απ' όλες τις μεταχειρίσεις. Μεταξύ των παραγόντων δεν εμφανίστηκε αλληλεπίδραση, αλλά μόνο στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα άρδευση. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα από τη μεταχείριση Rain κατά 42,5%.



Γράφημα 25. Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα Α (μmol m^{-2} s^{-1}) στις 25 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. (Α): πρωινές τιμές και (Β): μεσημεριανές τιμές. Τα *, **, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,00) για τις πρωινές τιμές και M.O ± S.D (1,49).

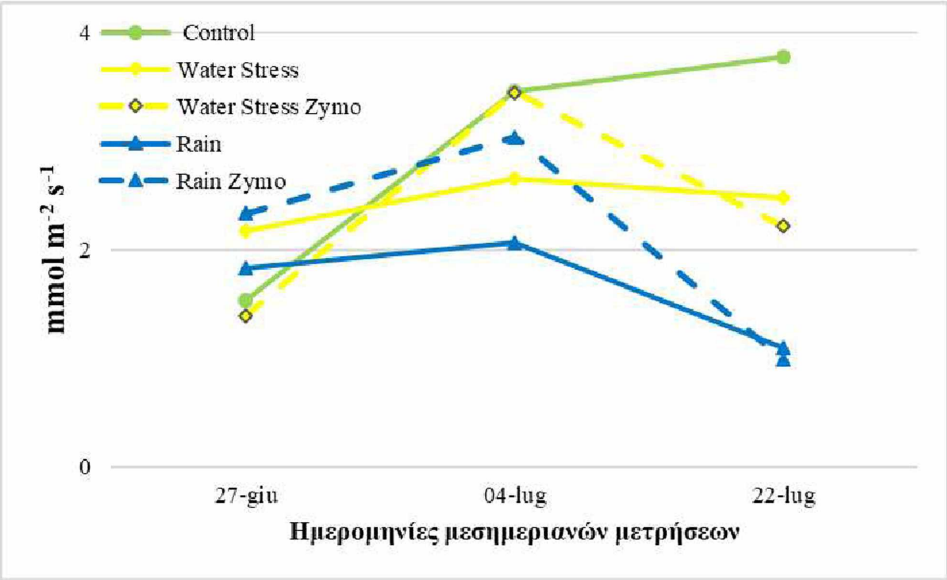
❖ Η διαπνοή της ποικιλίας Ασύρτικο

Μία ακόμη φυσιολογική παράμετρος που μελετήθηκε είναι η διαπνοή. Στα Γραφήματα 26 και 27 φαίνεται η πρωινή και μεσημεριανή εξέλιξη της, αντίστοιχα.



Γράφημα 26. Η πρωινή εξέλιξη της διαπνοής (mmol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο.

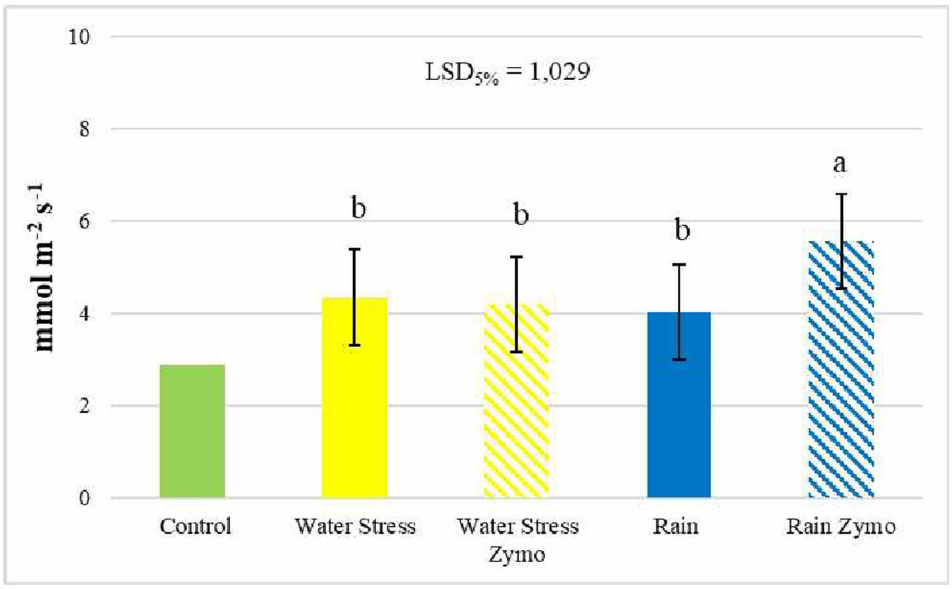
Στις 9 Ιουνίου (από το Γράφημα 26) φαίνεται ότι όλες οι μεταχειρίσεις έχουν τις τιμές διαπνοής τους μέσα στο εύρος 5-6,5 mmol m^{-2} s^{-1} και μάλιστα, η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή για δύο ακόμα μετρήσεις στις 27 Ιουνίου και 4 Ιουλίου. Επιπλέον, στις 20 Ιουνίου παρατηρείται μείωση της διαπνοής για όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τη μεταχείριση Rain Zymo, όπου παρατηρήθηκε αύξηση της τάξης +4,8%. Έπειτα, στις 27 Ιουνίου παρατηρείται αύξηση της διαπνοής σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τις επεμβάσεις Water Stress και Rain Zymo, οι οποίες μειώθηκαν κατά 5,2% και 6,6%, αντίστοιχα. Στις 4 Ιουλίου παρατηρείται μείωση της διαπνοής για όλες τις μεταχειρίσεις, ενώ στις 22 Ιουλίου παρατηρείται για όλες τις μεταχειρίσεις αύξηση της διαπνοής.



Γράφημα 27. Η μεσημεριανή εξέλιξη της διαπνοής (mmol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο.

Στο Γράφημα 27 παρουσιάζονται οι μεσημεριανές τιμές της διαπνοής, όπου η μεταχείριση Control παρουσιάζει την υψηλότερη διαπνοή στις 4 και 22 Ιουλίου. Στις 27 Ιουνίου η μεταχείριση Rain Zymo έχει την υψηλότερη τιμή από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και μάλιστα, διαφέρει κατά +34,1% από τη μεταχείριση Control. Στη συνέχεια, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει την μικρότερη διαπνοή. Στις 4 Ιουλίου παρατηρείται αύξηση της διαπνοής για όλες τις μεταχειρίσεις. Την χαμηλότερη διαπνοή την έχει η μεταχείριση Rain, η οποία διαφέρει 40,2% από τη μεταχείριση Control. Τέλος, στις 22 Ιουλίου παρατηρείται αύξηση της διαπνοής μόνο για τη μεταχείριση Control (+9,1%), ενώ στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε μείωση.

Στο παρακάτω Γράφημα 28 παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Control διαθέτει τη χαμηλότερη τιμή αναφορικά με τις υπόλοιπες τιμές του γραφήματος, ενώ την μεγαλύτερη τιμή πρωινής διαπνοής παρουσιάζει η μεταχείριση Rain Zymo. Στη συνέχεια, παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Rain Zymo διαφέρει από τις μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo, Rain, οι οποίες δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους.



***p* value**

Irrigation (I)

0,131 n.s

Treatment (T)

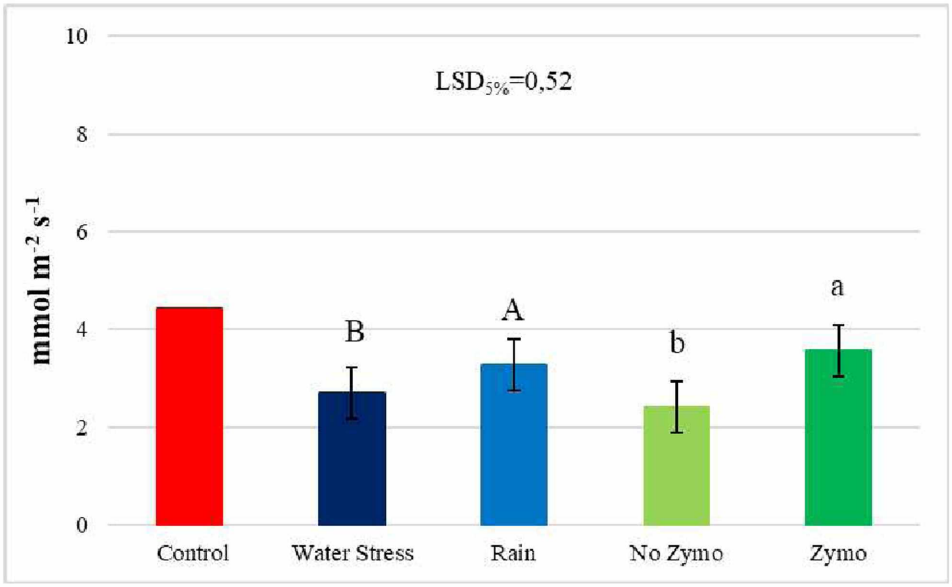
0,060 n.s

I × T

0,029 *

Γράφημα 28. Η πρωινή διαπνοή (mmol m^{-2} s^{-1}) στις 20 Ιουνίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Το * και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,34).

Στο Γράφημα 29, κατά την πρωινή διαπνοή, η μεταχείριση Control έχει τη μεγαλύτερη τιμή συγκριτικά με τις υπόλοιπες. Επίσης, δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, ενώ υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά για τους παράγοντες άρδευση και ψεκασμός. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Rain έχει υψηλότερη διαπνοή κατά 18,0% από τη μεταχείριση Water Stress και η μεταχείριση Zymo έχει υψηλότερη διαπνοή κατά 32,6% από τη μεταχείριση No Zymo.



***p* value**

Irrigation (I)

0,031 *

Treatment (T)

<0,001 ***

I × T

0,572 n.s

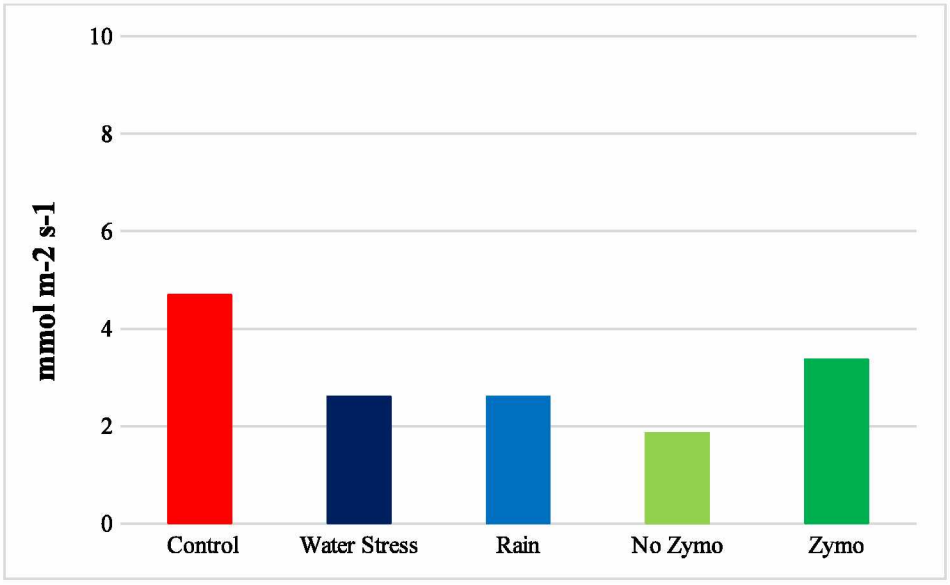
Γράφημα 29. Η πρωινή διαπνοή (mmol m^{-2} s^{-1}) στις 4 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Τα *, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

A

Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,23).

Στο Γράφημα 30 (A,B) η μεταχείριση Control παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή κατά τις πρωινές και μεσημεριανές μετρήσεις. Ειδικότερα, στο Διάγραμμα Α οι παράγοντες δεν εμφανίζουν αλληλεπίδραση, αλλά μόνο στατιστικώς σημαντική διαφορά για το παράγοντα ψεκασμός. Έτσι, η μεταχείριση Zymo παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή από τη μεταχείριση No Zymo κατά 44,8%.

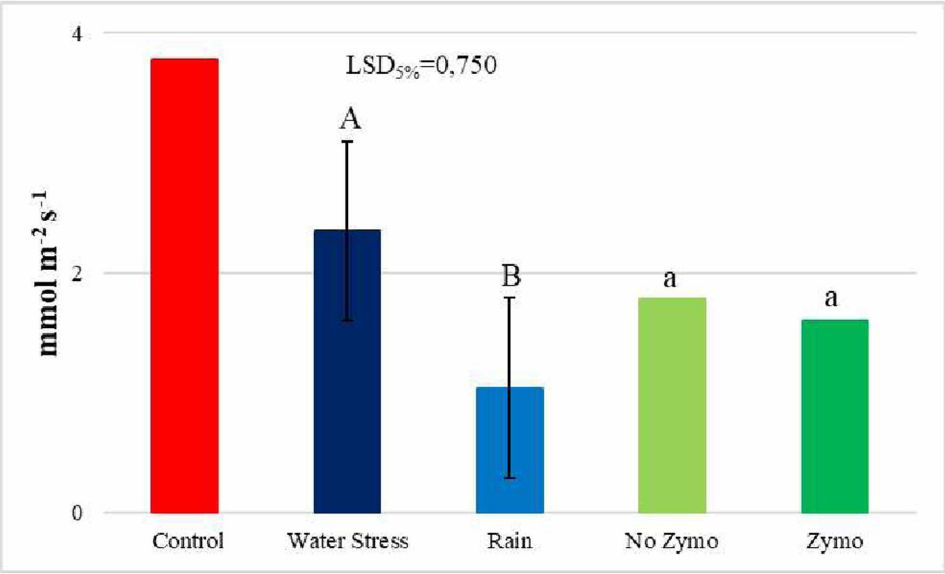
Στο Διάγραμμα Β, οι παράγοντες δεν εμφανίζουν αλληλεπίδραση, αλλά μόνο στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα άρδευση. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη διαπνοή από τη μεταχείριση Rain κατά 55,6%.



***p* value**	
Irrigation (I)	0,984 n.s
Treatment (T)	0,001 ***
I × T	0,575 n.s

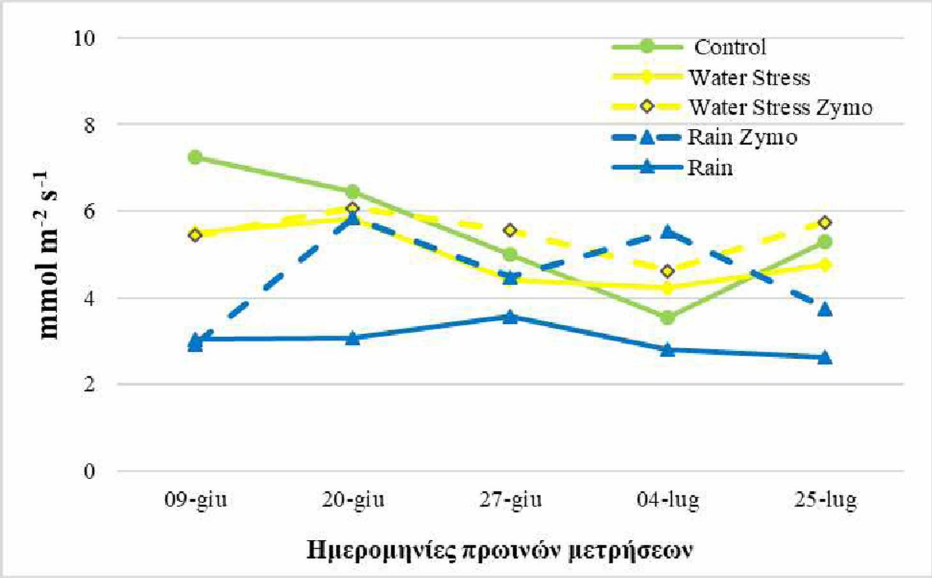
B

***p* value**	
Irrigation (I)	0,004 **
Treatment (T)	0,578 n.s
I × T	0,816 n.s



Γράφημα 30. Η διαπνοή (mmol m^{-2} s^{-1}) στις 22 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. (A): πρωινές τιμές και (B): μεσημεριανές τιμές. Τα **, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,17) για τις πρωινές τιμές και M.O ± S.D (2,22).

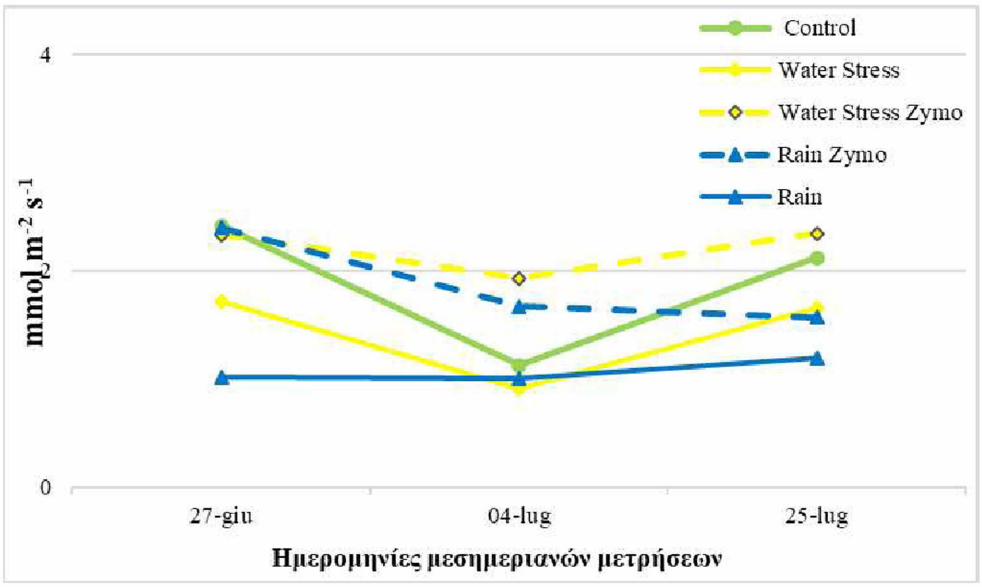
❖ **Η διαπνοή της ποικιλίας Αγιωργίτικο**



Γράφημα 31. Η πρωινή εξέλιξη της διαπνοής (mmol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

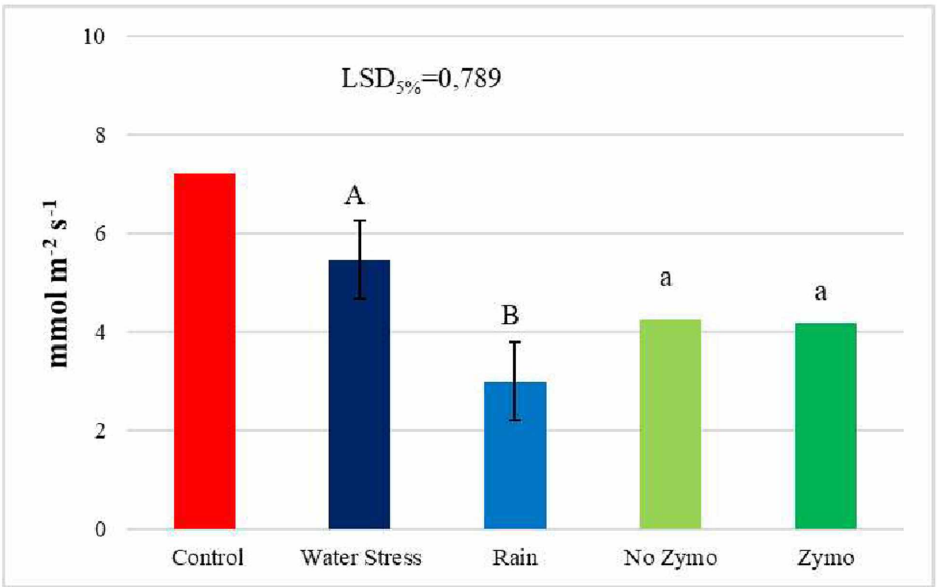
Στο Γράφημα 31 και συγκεκριμένα στις 9 Ιουνίου, η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή και η μεταχείριση Rain Zymo έχει τη μικρότερη τιμή. Οι μεταχειρίσεις Rain και Water Stress έχουν μεγαλύτερες τιμές κατά 3,61% και 1,03% από τις αντίστοιχες μεταχειρίσεις με το βιοδιεγέρτη. Στις 20 Ιουνίου παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή. Επιπλέον, παρατηρείται αύξηση της διαπνοής για όλες τις μεταχειρίσεις, όπως για παράδειγμα, η μεταχείριση Rain Zymo αύξησε την διαπνοή της κατά 98,8% από την προηγούμενη μέτρηση. Στις 27 Ιουνίου η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή, ενώ παράλληλα παρατηρείται μείωση της διαπνοής για όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τη μεταχείριση Rain, όπου εμφάνισε αύξηση της τάξης 16,4%. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταχείριση Rain καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων έχει τη χαμηλότερη διαπνοή. Έπειτα, στις 4 Ιουλίου η μεταχείριση Control δεν έχει την μεγαλύτερη τιμή. Ωστόσο, όλες οι μεταχειρίσεις παρουσιάζουν μείωση της διαπνοής τους εκτός από την επέμβαση Rain, όπου αυξάνεται κατά 23,7%. Ακόμα, στις 25 Ιουλίου παρουσιάζεται μείωση στη τιμή των μεταχειρίσεων Rain και Rain Zymo κατά 6,2% και 31,8%, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις αύξησαν την διαπνοή τους και η μεταχείριση Control δεν είχε την υψηλότερη τιμή.

Στο Γράφημα 32, παρουσιάζονται οι μεσημεριανές τιμές της διαπνοής και συγκεκριμένα, η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή μόνο στις 27 Ιουνίου. Σχετικά με αυτήν την ημερομηνία μέτρησης, η μεταχείριση Rain έχει την χαμηλότερη διαπνοή και διαφέρει από την μεταχείριση Control κατά 57,7%. Επιπλέον, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Water Stress έχει χαμηλότερη τιμή από την μεταχείριση Control κατά 29,0%. Έπειτα, στις 4 Ιουλίου, παρατηρείται μείωση της διαπνοής για όλες τις μεταχειρίσεις. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει την υψηλότερη διαπνοή, ενώ η μεταχείριση Water Stress έχει την χαμηλότερη. Στη συνέχεια, στις 25 Ιουλίου, παρατηρείται αύξηση της διαπνοής για όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από την μεταχείριση Rain Zymo, που μειώθηκε κατά 6,1%. Τέλος, η μεταχείριση Water Stress Zymo είχε την υψηλότερη τιμή σε αντίθεση με την μεταχείριση Rain που είχε την χαμηλότερη.



Γράφημα 32. Η μεσημεριανή εξέλιξη της διαπνοής (mmol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

Ωστόσο, αυτή η μεταβολή της διαπνοής μπορεί να μελετηθεί και πιο εξειδικευμένα ανά ημέρα μετρήσεις. Γι' αυτό παρουσιάζονται παρακάτω τα αποτελέσματα σε ημερήσια βάση στα Γραφήματα από 33 έως 37.



***p* value**

Irrigation (I)

<0,001 *

Treatment (T)

0,814 n.s

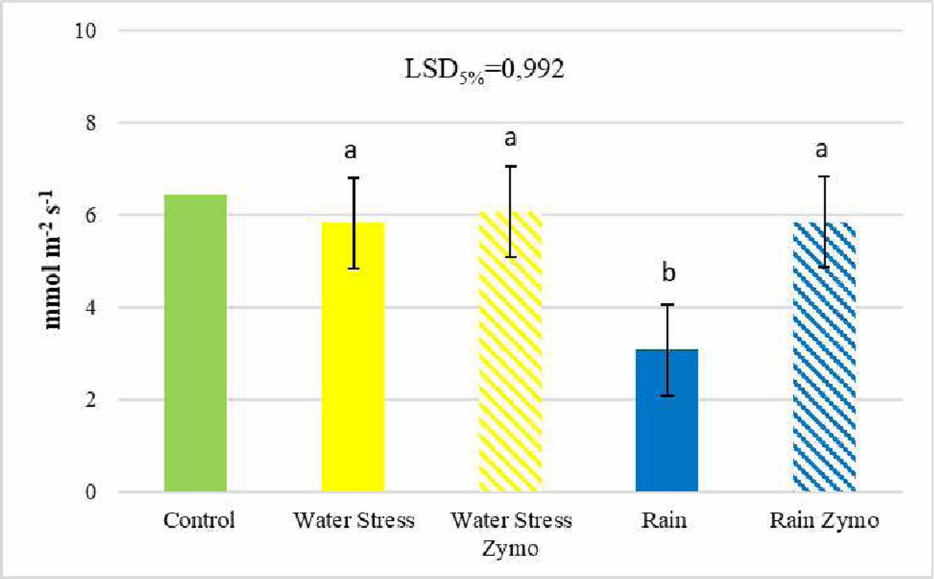
I × T

0,940 n.s

Γράφημα 33. Η πρωινή διαπνοή (mmol m^{-2} s^{-1}) στις 9 Ιουνίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα *** και ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,62).

Στο Γράφημα 33, κατά την πρωινή διαπνοή, η μεταχείριση Control παρουσιάζει την

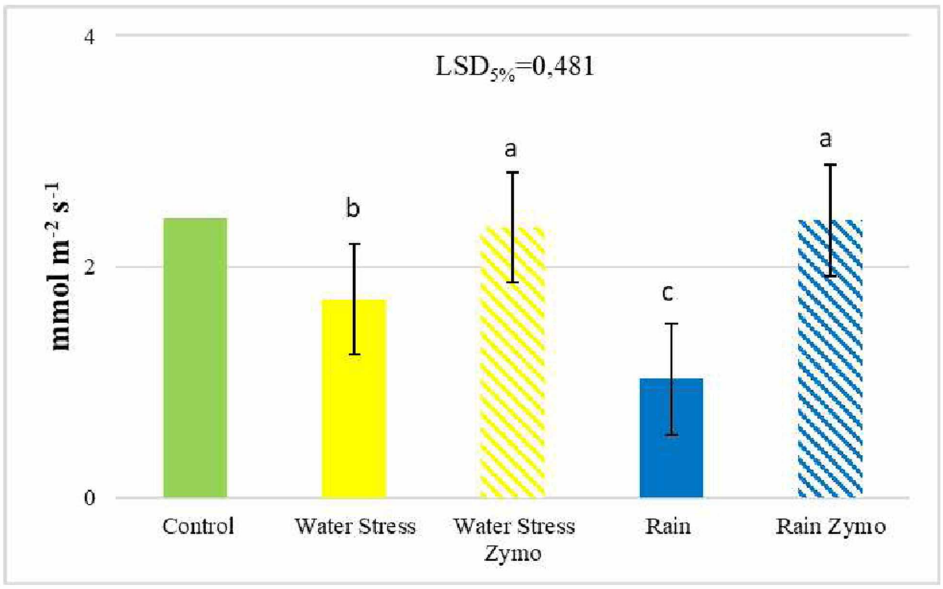
υψηλότερη τιμή σε σχέση με τις υπόλοιπες. Επιπλέον, παρατηρείται ότι δεν παρουσιάζουν αλληλεπίδραση οι παράγοντες μεταξύ τους, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη διαπνοή κατά 45,2% από την μεταχείριση Rain.



p value	
Irrigation (I)	0,001 ***
Treatment (T)	0,001 ***
I × T	0,003 **

Γράφημα 34. Η πρωινή διαπνοή (mmol m^{-2} s^{-1}) στις 20 Ιουνίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, Rain Zymo και Water Stress Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα **, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,45).

Στο Γράφημα 34, η μεταχείριση Control παρουσιάζει την υψηλότερη διαπνοή από όλες τις μεταχειρίσεις. Επιπλέον, από το γράφημα παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Ειδικότερα, οι μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν όλες με την μεταχείριση Rain.



***p* value**

Irrigation (I)

0,066 n.s

Treatment (T)

<0,001 ***

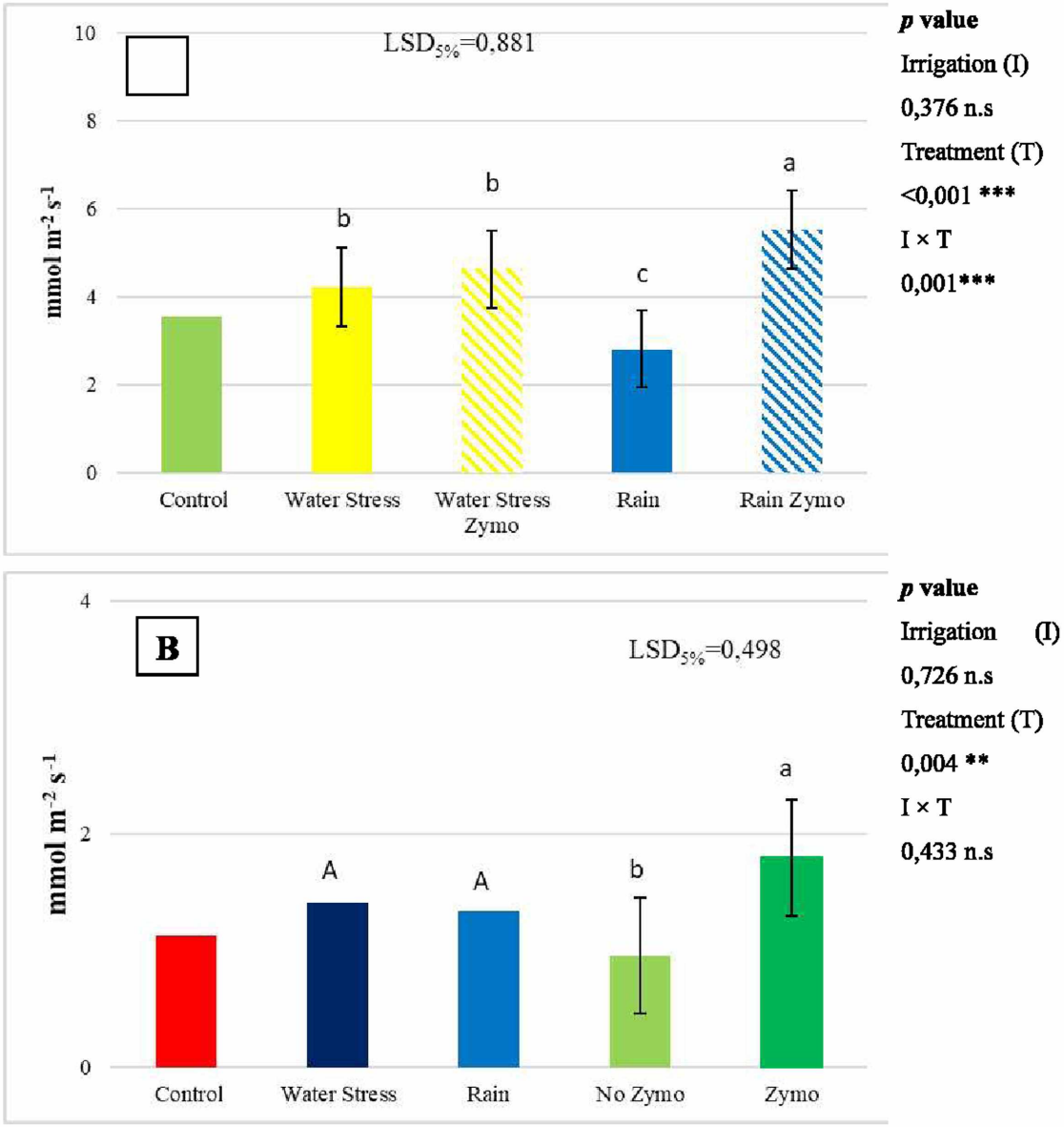
I × T

0,033 *

Γράφημα 35. Η μεσημεριανή διαπνοή (mmol m^{-2} s^{-1}) στις 27 Ιουνίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, Rain Zymo και Water Stress Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα *, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,99).

Στο Γράφημα 35 παρουσιάζεται η μεσημεριανή διαπνοή στις 27 Ιουνίου και παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή συγκριτικά με τις υπόλοιπες. Από το γράφημα, παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Οι μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain Zymo δεν διαφέρουν στατιστικά αλλά διαφέρουν από την μεταχείριση Water Stress και Rain. Επιπλέον, παρατηρείται ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων Water Stress και Rain, όπου η Water Stress έχει υψηλότερη διαπνοή κατά 40,4%.

A



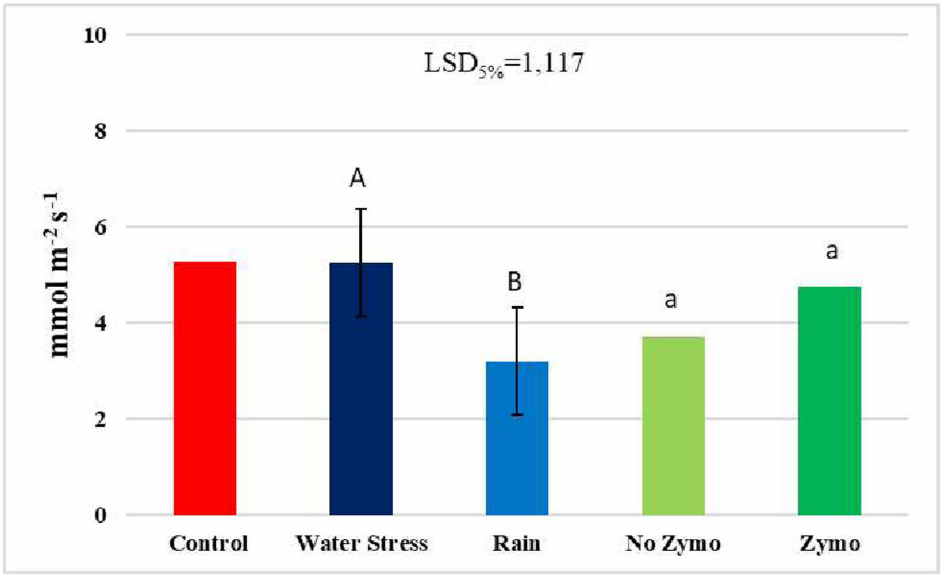
Γράφημα 36. Ο διαπνοή (mmol m^{-2} s^{-1}) στις 4 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo για τις πρωινές μετρήσεις (A) και για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο για τις μεσημεριανές μετρήσεις (B). Τα **, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο p≤0,01, p≤0,001 και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο p≤0,05. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,18) για τις πρωινές τιμές και M.O ± S.D (0,65) για τις μεσημεριανές τιμές.

Το Γράφημα 36 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των πρωινών (Διάγραμμα Α) και μεσημεριανών (Διάγραμμα Β) μετρήσεων, που έγιναν στις 4 Ιουλίου. Ειδικότερα, στο Διάγραμμα Α παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή, την οποία έχει η μεταχείριση Rain Zymo. Επιπλέον, από το γράφημα φαίνεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Rain Zymo διαφέρει από τις μεταχειρίσεις Water Stress και Water Stress Zymo (οι

οποίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους) και από την μεταχείριση Rain. Επίσης, οι δυο μεταχειρίσεις Water Stress και Water Stress Zymo διαφέρουν με την μεταχείριση Rain.

Στο Διάγραμμα Β, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή, η οποία παρουσιάζεται στην μεταχείριση Zymo. Ακόμα, δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στον παράγοντα ψεκασμός. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Zymo έχει υψηλότερη διαπνοή από την μεταχείριση No Zymo κατά 46,9%.

Στο παρακάτω Γράφημα 37, η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη διαπνοή από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Από το γράφημα παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά μόνο στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα άρδευση. Ειδικότερα, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη διαπνοή κατά 39,0% από την μεταχείριση Rain.



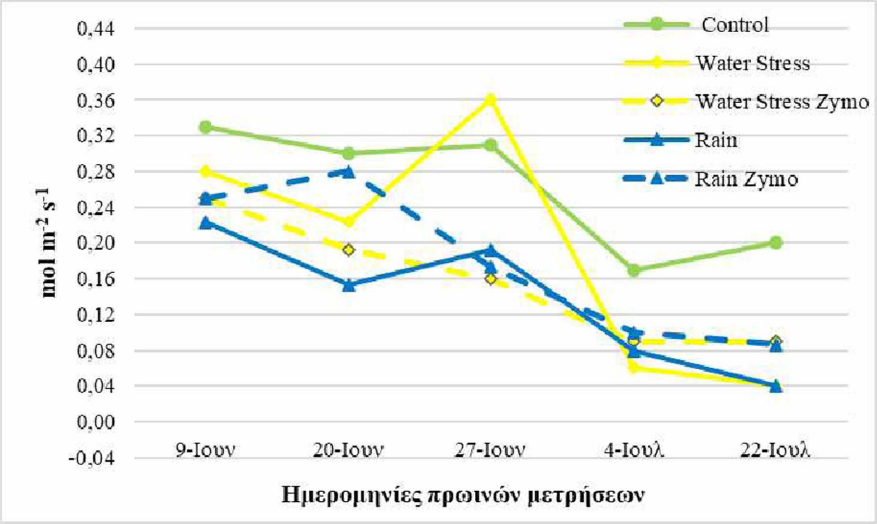
***p* value**	
Irrigation (I)	0,003 **
Treatment (T)	0,060 n.s
I × T	0,894 n.s

Γράφημα 37. Η πρωινή διαπνοή (mmol m^{-2} s^{-1}) στις 25 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα ** και ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο Μ.Ο ± S.D (0,98).

❖ Η στοματική αγωγιμότητα και η WUE_i της ποικιλίας Ασύρτικο

Όπως και στις άλλες δύο φυσιολογικές παραμέτρους που αναλύθηκαν παραπάνω, έτσι και στη στοματική αγωγιμότητα θα αναλυθούν τα αποτελέσματα της σε συνάρτηση με το χρόνο. Στο Γράφημα 38, η μεταχείριση Control έχει τις υψηλότερες τιμές καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων εκτός από αυτή στις 27 Ιουνίου, όπου

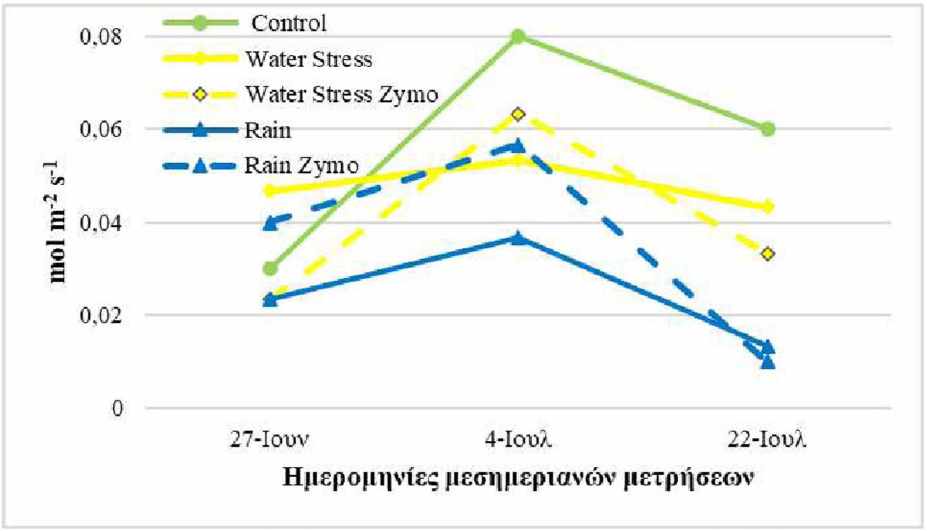
παρατηρείται ότι η μεταχείριση Water Stress έχει την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα. Αναλυτικότερα, στις 9 Ιουνίου, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Rain έχει την χαμηλότερη στοματική αγωγιμότητα από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και είναι μικρότερη από την μεταχείριση Control κατά 24,2%. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις παρουσιάζουν μικρότερη στοματική αγωγιμότητα από την μεταχείριση Control, αλλά υψηλότερη από την μεταχείριση Rain. Στις 20 Ιουνίου, παρατηρείται μείωση της στοματικής αγωγιμότητας για όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από τη μεταχείριση Rain Zymo, που σημείωσε αύξηση της τάξης 12,0%. Στη συνέχεια, κατά την μέτρηση στις 27 Ιουνίου, παρατηρείται ότι αύξησαν τη στοματική αγωγιμότητά τους οι μεταχειρίσεις Control (+3,2%) Water Stress (+61,4%) και Rain (+26,1%). Στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, παρατηρήθηκε μείωση της στοματικής αγωγιμότητας. Επιπλέον, όλες οι μεταχειρίσεις παρουσίασαν μείωση στις 4 Ιουλίου και, μάλιστα, η μεταχείριση Water Stress μείωσε τη στοματική της αγωγιμότητα κατά 83,3%. Τέλος, στις 22 Ιουλίου, οι μεταχειρίσεις Water Stress, Rain και Rain Zymo μείωσαν τις τιμές τους κατά 33,3%, 50,0% και 13,3% αντίστοιχα. Η μεταχείριση Water Stress Zymo παρουσίασε την ίδια στοματική αγωγιμότητα ενώ η μεταχείριση Control αυξήθηκε κατά 17,6%.



Γράφημα 38. Η πρωινή εξέλιξη της στοματικής αγωγιμότητας (mol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο.

Από το Γράφημα 39 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα στις 4 και 22 Ιουλίου, ενώ στις 27 Ιουνίου την μεγαλύτερη τιμή την έχει η μεταχείριση Water Stress. Επιπλέον, στις 27 Ιουνίου τη χαμηλότερη τιμή την έχουν οι μεταχειρίσεις Rain και Water Stress Zymo. Στη συνέχεια,

παρατηρείται αύξηση της στοματικής αγωγιμότητας κατά την μέτρηση στις 4 Ιουλίου για όλες τις μεταχειρίσεις και την μικρότερη στοματική αγωγιμότητα παρουσίασε η μεταχείριση Rain. Τέλος, στις 22 Ιουλίου, οι μεταχειρίσεις παρουσίασαν μείωση της στοματικής αγωγιμότητας και μάλιστα η μεταχείριση Rain Zymo μειώθηκε κατά 82,4%.



Γράφημα 39. Η μεσημεριανή εξέλιξη της στοματικής αγωγιμότητας (mol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο.

Πιο αναλυτικά, οι τιμές των παραπάνω γραφημάτων που παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά φαίνονται στους Πίνακες 5 και 6.

Πίνακας 5. Η πρωινή στοματική αγωγιμότητα (mol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο για τις 20 Ιουνίου και για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo για την ποικιλία Ασύρτικο στις 22 Ιουλίου. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	**20 Ιουνίου**	**Μεταχειρίσεις**	**22 Ιουλίου**
Control	0,30 ± 0,08	**Control**	0,20 ± 0,08
Water Stress	$0,22^{ab}$	**Water Stress**	0,04
Water Stress Zymo	$0,19^{b}$	**Rain**	0,06
Rain	$0,15^{b}$	**No Zymo**	0,04
Rain Zymo	$0,28^{a}$	**Zymo**	0,09
Irrigation (I) ***p* value**	n.s (0,715)	**Irrigation (I)** ***p* value**	n.s (0,855)
Treatment (T) ***p* value**	n.s (0,059)	**Treatment (T)** ***p* value**	*** (<0,001)
I × T ***p* value**	** (0,007)	**I × T** ***p* value**	n.s (0,855)

, *, ns: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$.

Στον Πίνακα 5, και συγκεκριμένα στις 20 Ιουνίου, η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επιπλέον, παρατηρείται ότι οι παράγοντες εμφάνισαν αλληλεπίδραση μεταξύ τους σε αυτήν την μέτρηση. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Rain Zymo δεν διαφέρει από την μεταχείριση Water Stress αλλά παρουσιάζεται διαφορά με τις μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain. Ακόμα, η μεταχείριση Water Stress δεν διαφέρει από τις μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain, οι οποίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους. Κατά την μέτρηση στις 22 Ιουλίου, η μεταχείριση Control είχε την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα, συγκριτικά με τις άλλες μεταχειρίσεις. Σε αυτή τη μέτρηση δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα ψεκασμός. Ειδικότερα, η μεταχείριση Zymo είχε υψηλότερη τιμή από την μεταχείριση No Zymo κατά 125%.

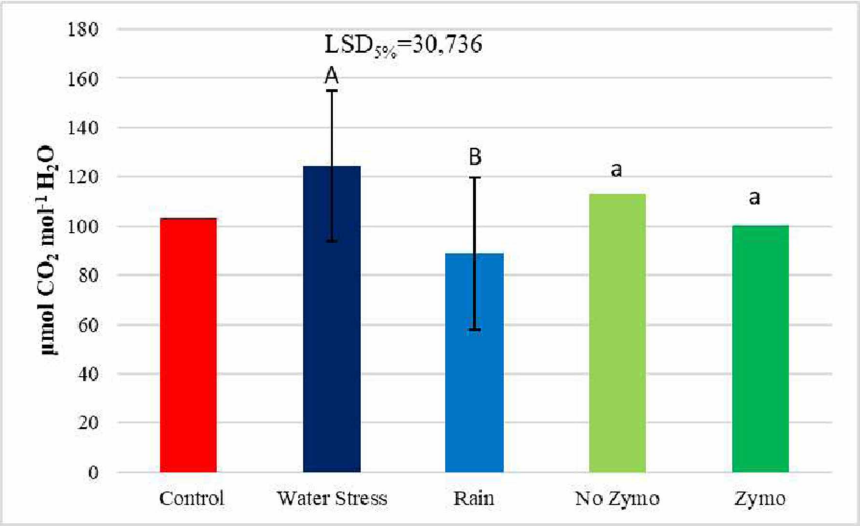
Πίνακας 6. Η μεσημεριανή στοματική αγωγιμότητα (mol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο για τις 22 Ιουλίου. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	22 Ιουλίου
Control	0,06 ± 0,05
Water Stress	0,04
Rain	0,01
No Zymo	0,03
Zymo	0,02
Irrigation (I) ***p* value**	** (0,003)
Treatment (T) ***p* value**	n.s (0,332)
I × T ***p* value**	n.s (0,620)

**, ns: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την μεσημεριανή στοματική αγωγιμότητα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6 και συγκεκριμένα παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επιπλέον, από τον πίνακα παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αλλά μόνο στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα άρδευση. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα κατά 75% από την μεταχείριση Rain.

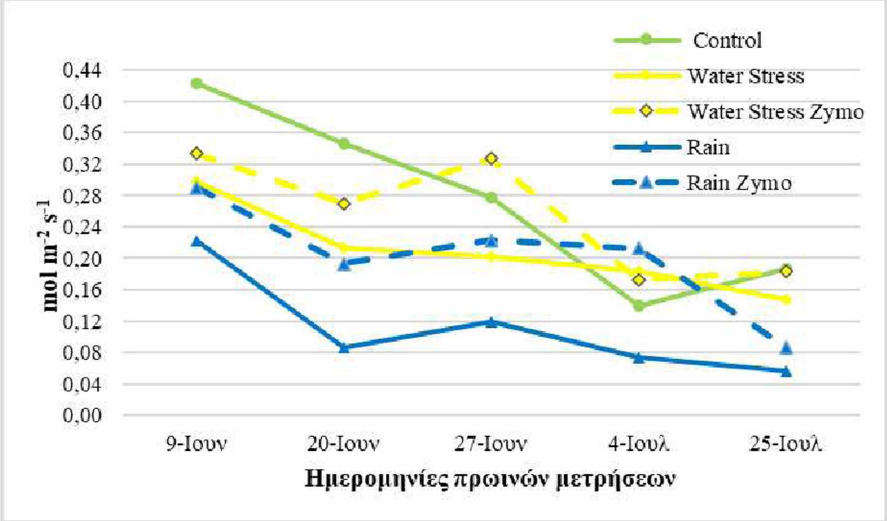
Σχετικά με την ενδογενή αποδοτικότητα χρήσης νερού (WUE_i), προέκυψε ότι παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στις 22 Ιουλίου κατά τη μεσημεριανή μέτρηση. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται στο Γράφημα 40, όπου παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση. Ειδικότερα, η μεταχείριση Water Stress παρουσίασε υψηλότερη ενδογενή αποδοτικότητα χρήσης νερού από την μεταχείριση Rain και η διαφορά τους είναι 28,5%.



p value	
Irrigation (I)	
0,028 *	
Treatment (T)	
0,362 n.s	
I × T	
0,730 n.s	

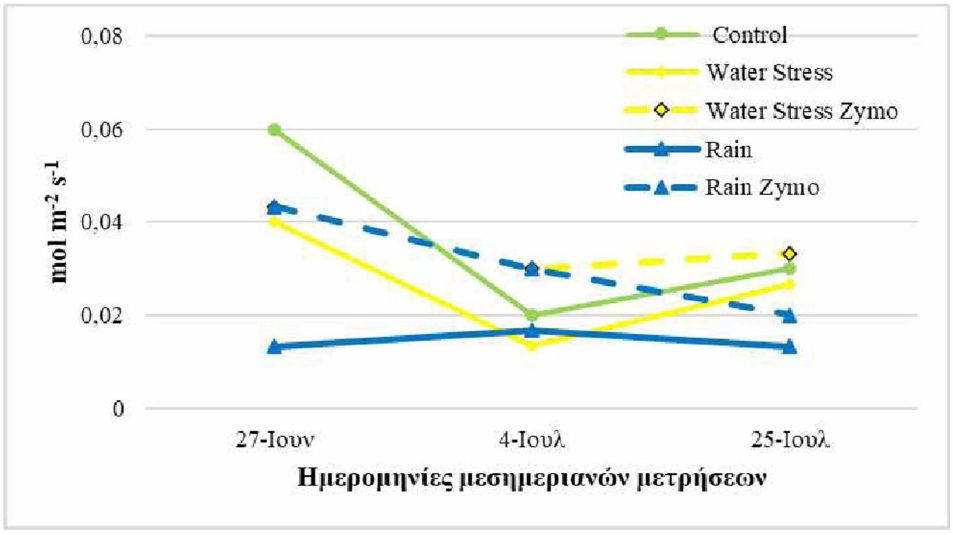
Γράφημα 40. Η μεσημεριανή WUE_i (µmol CO_2 mol^{-1} H_2O) στις 22 Ιουλίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Το * και το n.s υποδηλώνουν στατιστικά ή μη σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους για $p \leq 0.05$, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (38,97).

- **Η στοματική αγωγιμότητα και η WUE_i της ποικιλίας Αγιωργίτικο**



Γράφημα 41. Η πρωινή εξέλιξη της στοματικής αγωγιμότητας (mol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

Στο Γράφημα 41, παρουσιάζεται η μεταβολή της στοματικής αγωγιμότητας κατά τις πρωινές ώρες της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control έχει τις υψηλότερες τιμές από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις στις ημερομηνίες μετρήσεων 9 Ιουνίου, 20 Ιουνίου και 25 Ιουλίου. Επίσης, παρατηρείται ότι καθ΄ όλη τη διάρκεια των μετρήσεων η μεταχείριση Rain έχει τη χαμηλότερη στοματική αγωγιμότητα από όλες τις μεταχειρίσεις. Ειδικότερα, στις 20 Ιουνίου, παρατηρείται μείωση της στοματικής αγωγιμότητας για όλες τις μεταχειρίσεις. Ωστόσο, στις 27 Ιουνίου, παρατηρείται αύξηση της στοματικής αγωγιμότητας για τις μεταχειρίσεις Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo κατά 21,1%, 3,8% και 15,5%, αντίστοιχα. Για τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, παρατηρείται μείωση στη στοματική αγωγιμότητά τους. Επιπλέον, στις 4 Ιουλίου, παρατηρείται μείωση της στοματικής αγωγιμότητας για όλες τις μεταχειρίσεις. Τέλος, στις 25 Ιουλίου, παρουσιάζεται αύξηση της στοματικής αγωγιμότητας για τις μεταχειρίσεις Control (+35,7%) και Water Stress Zymo (+5,8%) και μείωση για τις μεταχειρίσεις Water Stress (-19,7%), Rain (-21,7%) και Rain Zymo (-59,2%).



Γράφημα 42. Η μεσημεριανή εξέλιξη της στοματικής αγωγιμότητας (mol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

Στο Γράφημα 42, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μεσημεριανών μετρήσεων της στοματικής αγωγιμότητας. Η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις μόνο στις 27 Ιουνίου. Ωστόσο, στις 4 Ιουλίου, την μέγιστη τιμή έχουν οι μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain Zymo. Ακολούθως, στις 25 Ιουλίου, την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα παρουσιάζει η μεταχείριση

Water Stress Zymo. Επίσης, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Rain έχει την χαμηλότερη στοματική αγωγιμότητα στις 27 Ιουνίου και 25 Ιουλίου, ενώ στις 4 Ιουλίου, την έχει η μεταχείριση Water Stress. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταχείριση Rain Zymo παρουσίασε μείωση της στοματικής αγωγιμότητάς της στις 4 και 25 Ιουλίου κατά 30,7% και 33,3%, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 7, παρουσιάζονται πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα των πρωινών μετρήσεων της στοματικής αγωγιμότητας. Ειδικότερα, στις 4 Ιουλίου, παρατηρείται αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων και ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την μεγαλύτερη στοματική αγωγιμότητα. Πιο συγκεκριμένα, την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα παρουσιάζει η μεταχείριση Rain Zymo. Σχετικά με τις μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo και Rain Zymo, δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά, αλλά αυτές οι τρεις μεταχειρίσεις διαφέρουν με την μεταχείριση Rain. Για παράδειγμα, η μεταχείριση Rain Zymo έχει υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα κατά 66,7% από την μεταχείριση Rain. Για τις ημερομηνίες μετρήσεων 20 και 27 Ιουνίου και 25 Ιουλίου, δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Βέβαια, στις 20 Ιουνίου, παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά για τους παράγοντες άρδευση και ψεκασμός. Η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα από όλες τις μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα από τη μεταχείριση Rain κατά 41,7% ενώ η μεταχείριση No Zymo έχει την μικρότερη στοματική αγωγιμότητα κατά 53,3% από την μεταχείριση Zymo. Στις 27 Ιουνίου, η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα ψεκασμός. Ειδικότερα, η μεταχείριση Zymo έχει μεγαλύτερη τιμή από την μεταχείριση No Zymo κατά 40,7%. Τέλος, στις 25 Ιουλίου, παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή από όλες τις μεταχειρίσεις και ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά για τους παράγοντες άρδευση και ψεκασμός. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα από την μεταχείριση Rain κατά 56,2% και η μεταχείριση Zymo παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή κατά 23,07% από την μεταχείριση No Zymo.

Πίνακας 7. Η πρωινή στοματική αγωγιμότητα (mol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο για τις 4 Ιουλίου και για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο για τις 20 και 27 Ιουνίου και 25 Ιουλίου. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	4 Ιουλίου	Μεταχειρίσεις	20 Ιουνίου	27 Ιουνίου	25 Ιουλίου
Control	0,14 ±0,06	**Control**	0,35 ±0,06	0,28 ±0,07	0,19 ±0,04
Water Stress	0,18[a]	**Water Stress**	0,24	0,27	0,16
Water Stress Zymo	0,17[a]	**Rain**	0,14	0,17	0,07
Rain	0,07[b]	**No Zymo**	0,15	0,16	0,10
Rain Zymo	0,21[a]	**Zymo**	0,23	0,27	0,13
Irrigation (I) *p* value	n.s (0,135)	**Irrigation (I) *p* value**	*** (<0,001)	n.s (0,054)	** (0,003)
Treatment (T) *p* value	* (0,015)	**Treatment (T) *p* value**	** (0,002)	* (0,026)	* (0,162)
I × T *p* value	** (0,007)	**I × T *p* value**	n.s (0,218)	n.s (0,815)	n.s (0,882)

*, **, ***, ns: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$.

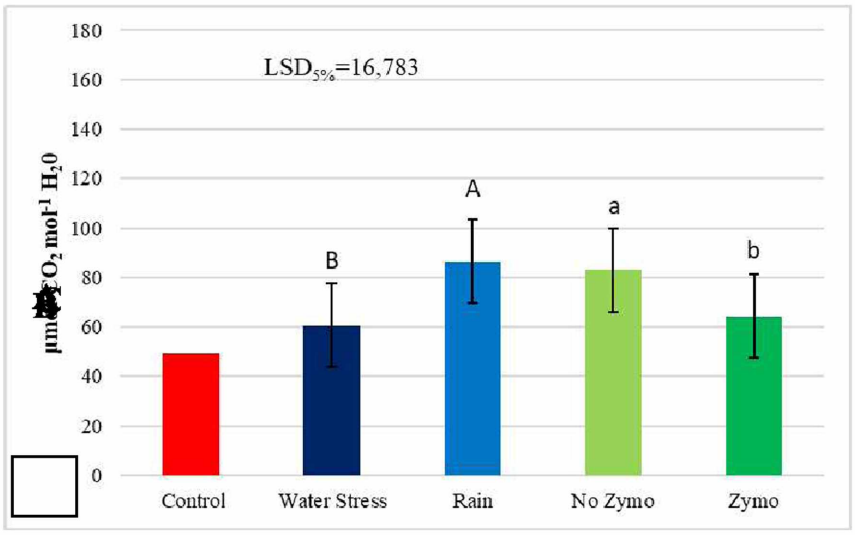
Στον Πίνακα 8, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις μεσημεριανές μετρήσεις της στοματικής αγωγιμότητας για την ποικιλία Αγιωργίτικο και παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων για τις 27 Ιουνίου και 4 Ιουλίου. Ειδικότερα, η μεταχείριση Control παρουσιάζει την μεγαλύτερη στοματική αγωγιμότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις στις 27 Ιουνίου. Επιπλέον, παρατηρείται ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα ψεκασμό και η μεταχείριση Zymo έχει υψηλότερη τιμή από την μεταχείριση No Zymo κατά 33,3%. Στις 4 Ιουλίου, την υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα παρουσιάζει η μεταχείριση Zymo, ενώ η μεταχείριση Control ισούται με τις μεταχειρίσεις Water Stress και Rain. Επίσης, παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα ψεκασμός, όπου η μεταχείριση Zymo έχει υψηλότερη τιμή κατά 66,7% από την μεταχείριση No Zymo.

Πίνακας 8. Η μεσημεριανή στοματική αγωγιμότητα (mol m^{-2} s^{-1}) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο για τις 27 Ιουνίου και τις 4 Ιουλίου. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	27 Ιουνίου	4 Ιουλίου
Control	0,06 ± 0,03	0,02 ± 0,01
Water Stress	0,04	0,02
Rain	0,03	0,02
No Zymo	0,03	0,01
Zymo	0,04	0,03
Irrigation (I) ***p* value**	n.s (0,073)	n.s (0,667)
Treatment (T) ***p* value**	* (0,033)	** (0,004)
I × T ***p* value**	n.s (0,073)	n.s (0,667)

*, **, ns: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Στο Γράφημα 43 (Διαγράμματα A, B, C), φαίνεται η πρωινή ενδογενής αποδοτικότητα χρήσης νερού (WUE_i) για τις ημερομηνίες 20 και 27 Ιουνίου και 25 Ιουλίου, και δεν παρουσιάζεται αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων σε κανένα από τα παρακάτω διαγράμματα. Στο Διάγραμμα A, η μεταχείριση Control έχει την μικρότερη τιμή σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις, ενώ η μεταχείριση Rain έχει την μεγαλύτερη τιμή. Επίσης, εμφανίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά για τους παράγοντες άρδευση και ψεκασμός. Έτσι, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Rain έχει την μεγαλύτερη τιμή κατά 29,9% από την μεταχείριση Water Stress και ότι η μεταχείριση No Zymo έχει μεγαλύτερη WUE_i από την μεταχείριση Zymo κατά 22,3%. Στο Διάγραμμα B, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Rain έχει την υψηλότερη τιμή από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και αντίθετα, η μεταχείριση Control έχει την χαμηλότερη τιμή. Σχετικά με την στατιστικώς σημαντική διαφορά, εμφανίζεται στον παράγοντα άρδευση. Συγκεκριμένα, η μεταχείριση Rain παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή από την μεταχείριση Water Stress κατά 27,6%. Στο Διάγραμμα C, η μεταχείριση Control έχει την χαμηλότερη τιμή από όλες τις μεταχειρίσεις σε αντίθεση με την μεταχείριση Rain που έχει την υψηλότερη τιμή. Από το διάγραμμα, παρουσιάζεται ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα άρδευση και αναλυτικότερα, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Rain έχει υψηλότερη τιμή από την μεταχείριση Water Stress κατά 34,2%.



***p* value**

Irrigation (I)

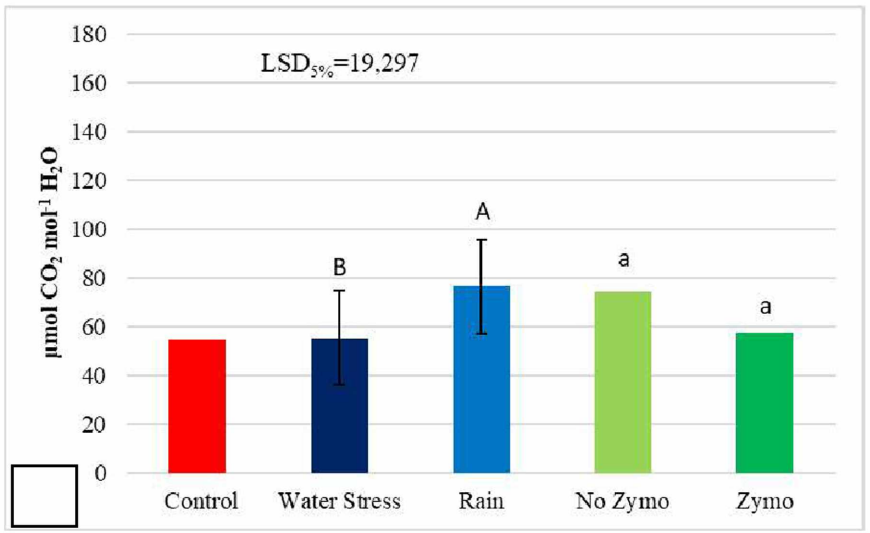
0,007 **

Treatment (T)

0,034 *

I × T

0,219 n.s



***p* value**

Irrigation (I)

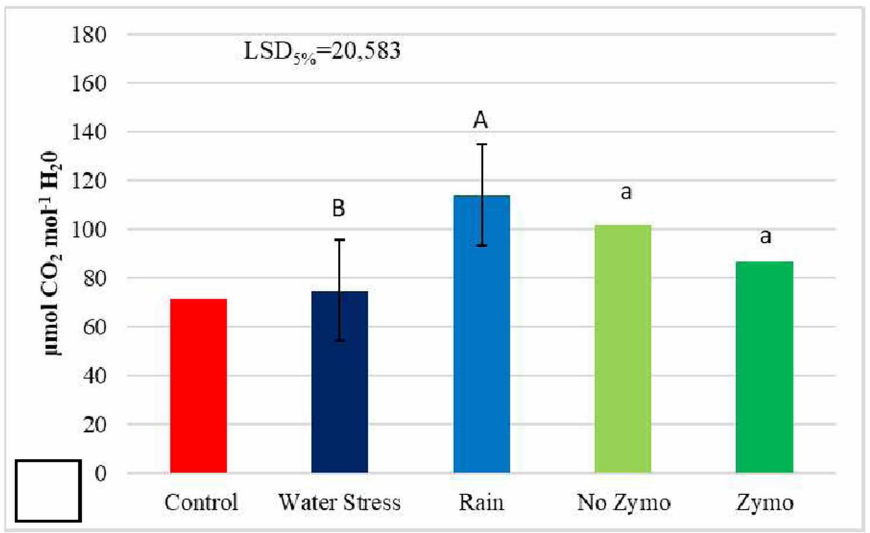
0,036 *

Treatment (T)

0,085 n.s

I × T

0,599 n.s



***p* value**

Irrigation (I)

0,002 **

Treatment (T)

0,125 n.s

I × T

0,794 n.s

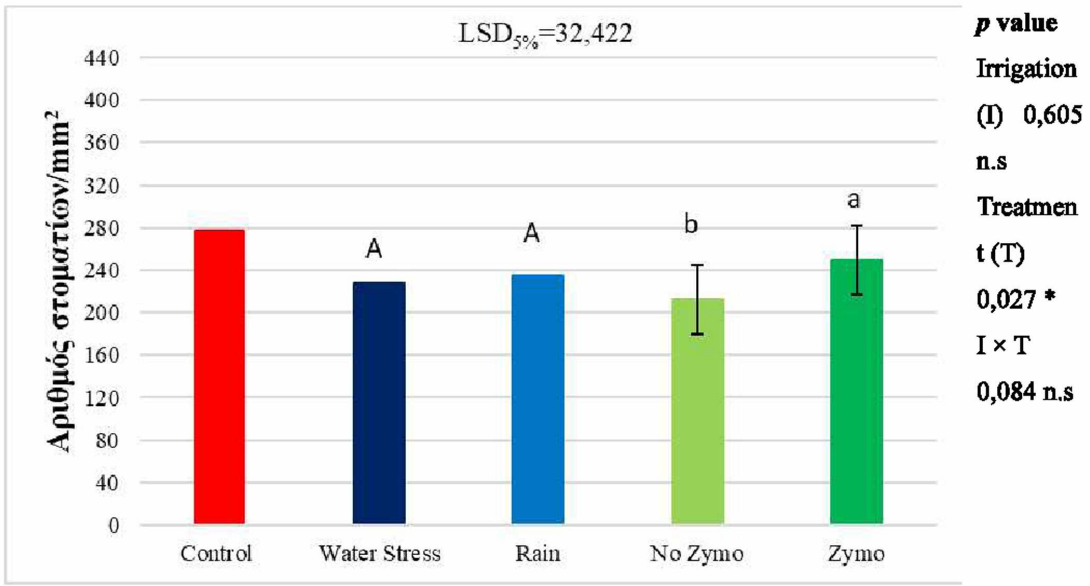
Γράφημα 43. Η πρωινή WUE_i (μmol CO_2 mol^{-1} H_2O) στις 20 Ιουνίου (A) , 27 Ιουνίου (B) και 25 Ιουλίου (C) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα *, **, n.s: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (6,39 για το A, 10,22 για το B και 12,71 για το C).

Εικόνα 27.Τα στομάτια μέσω του φακού 40x μεγέθυνσης ενός οπτικού μικροσκοπίου για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo και Rain της ποικιλίας Ασύρτικο (από τα αριστερά προς τα δεξιά).

❖ **Η πυκνότητα των στοματίων της ποικιλίας Ασύρτικο**

Στην Εικόνα 27 απεικονίζεται η πραγματική εμφάνιση των στοματίων των μεταχειρίσεων της ποικιλίας Ασύρτικο μέσα από το φακό 40x μεγέθυνσης του οπτικού μικροσκοπίου.

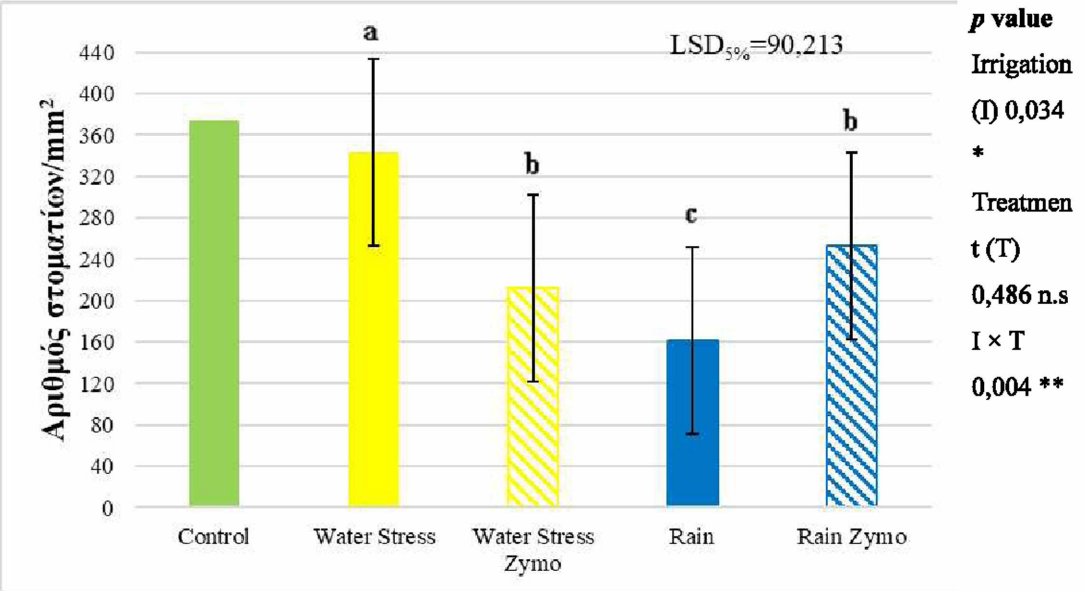
Στο Γράφημα 44 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την πυκνότητα των στοματίων ανά mm^2. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη πυκνότητα στοματίων απ' όλες τις μεταχειρίσεις και ότι οι παράγοντες δεν έχουν αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Ωστόσο, υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα ψεκασμός και μάλιστα, η μεταχείριση Zymo έχει περισσότερα στομάτια ανά mm^2 από τη μεταχείριση No Zymo κατά 15,2%.



Γράφημα 44. Η πυκνότητα των στοματίων ανά mm^2 για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Το * και το ns εκφράζουν τις σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$ και τις μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (34,99).

❖ **Η πυκνότητα των στομάτων της ποικιλίας Αγιωργίτικο**

Στο Γράφημα 45 παρουσιάζεται ότι η πυκνότητα των στοματίων ανά mm^2 της μεταχείρισης Control είναι η μεγαλύτερη σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επιπλέον, παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Πιο αναλυτικά, οι μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν με τις μεταχειρίσεις Water Stress και Rain. Επίσης, η μεταχείριση Water Stress διαφέρει με τη μεταχείριση Rain και μάλιστα, η μεταχείριση Water Stress παρουσιάζει μεγαλύτερη πυκνότητα στοματίων από τη μεταχείριση Rain κατά 52,8%



Γράφημα 45. Η πυκνότητα των στοματίων ανά mm^2 για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Τα *, **, n.s: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (61,23).

❖ **Περεταίρω παρατηρήσεις στα μορφολογικά/φαινολογικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών**

Σε αυτό το διάστημα που διεξήχθησαν οι μετρήσεις εντός του αμπελώνα παρατηρήθηκαν κάποιες αλλαγές ως προς τα μορφολογικά/φαινολογικά χαρακτηριστικά του φύλλου και φαίνονται ως εξής:

- **Χλώρωση και ξήρανση των κατώτερων φύλλων του βλαστού**

Από τις αρχές Ιουλίου παρατηρήθηκε η πρώτη χλώρωση των κατώτερων φύλλων του βλαστού στις μεταχειρίσεις με την υδατική καταπόνηση της ποικιλίας Ασύρτικο.

Μετά από λίγο καιρό, παρατηρήθηκε επιπλέον χλώρωση και ξήρανση. Στις Εικόνες 28, 29, 30, 31, & 32 φαίνεται χαρακτηριστικά το φαινόμενο στις 30 Αυγούστου για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Ασύρτικο.

Εικόνα 28. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Control της ποικιλίας Ασύρτικο.

Εικόνα 29. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Water Stress της ποικιλίας Ασύρτικο.

Εικόνα 30. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Water Stress Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο.

Εικόνα 31. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Rain της ποικιλίας Ασύρτικο.

Εικόνα 32. Τα πρέμνα της μεταχείρισης Rain Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο.

Από τις παραπάνω Εικόνες παρουσιάζεται ότι οι μεταχειρίσεις Water Stress (Εικόνα 33) και Rain Zymo εμφάνισαν σε μεγαλύτερο βαθμό φύλλα με χλώρωση και ξήρανση.

Σχετικά με την ποικιλία Αγιωργίτικο, οι αντίστοιχες φωτογραφίες υπάρχουν στην Ενότητα 2.1.2, όπου χάρη σε αυτές αποδεικνύεται ότι η ποικιλία αυτή δεν εμφάνισε χλώρωση και ξήρανση στα κατώτερα πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα των βλαστών της.

Εικόνα 33. Χλώρωση και ξήρανση στα κατώτερα φύλλα της των βλαστών της μεταχείρισης Water Stress της ποικιλίας Ασύρτικο (8 Αυγούστου 2022).

Αξίζει να σημειωθεί ότι πραγματοποιήθηκε μέτρηση για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (τιμές SPAD) του φύλλου απέναντι από την πρώτη σταφυλή και για τις δυο ποικιλίες. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντική διαφορά και γι' αυτό δεν παρατίθενται αναλυτικά.

- **Συστροφή του ελάσματος των φύλλων**

Κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες, το φαινόμενο της συστροφής του ελάσματος των φύλλων (Εικόνα 34) παρατηρούνταν σε όλες τις μεταχειρίσεις και των δύο οινοποιήσιμων ποικιλιών. Αρχικά, παρουσιάζονταν στα κατώτερα φύλλα και στη συνέχεια, επεκτείνονταν και στα ανώτερα φύλλα. Τέλος, το φαινόμενο ήταν ακόμα πιο έντονο όσο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξανόταν.

Εικόνα 34. Το φαινόμενο της συστροφής του ελάσματος των φύλλων της μεταχείρισης Rain της ποικιλίας Αγιωργίτικο σε μακρινή (αριστερά, 4 Ιουλίου) και κοντινή (δεξιά, 8 Αυγούστου) αποτύπωση.

- **Ξήρανση των ελίκων**

Ένα άλλο φαινόμενο που παρατηρήθηκε μόνο στην ποικιλία Ασύρτικο είναι η ξήρανση των ελίκων και συγκεκριμένα στις μεταχειρίσεις με την υδατική καταπόνηση. Πιο αναλυτικά, στην Εικόνα 35 φαίνονται οι έλικες της μεταχείρισης Control, οι οποίες είναι εύρωστες και με ένα πλούσιο έντονο πράσινο χρώμα. Στην Εικόνα 36, όμως, φαίνεται η έλικα της μεταχείρισης Water Stress, η οποία έχει φτάσει στο στάδιο της ξήρανσης. Επιπλέον, κάποιες έλικες των μεταχειρίσεων Water Stress Zymo (Εικόνα 37) και Rain Zymo φαίνονται να έχουν ξηραθεί στην άκρη, ενώ κάποιες άλλες φαίνονται να είναι εύρωστες. Τέλος, στην Εικόνα 38 φαίνονται οι έλικες της μεταχείρισης Rain, οι οποίες είναι όλες σε πλήρη ξήρανση.

Εικόνα 35. Οι έλικες της μεταχείρισης Control της ποικιλίας Ασύρτικο.

Εικόνα 36. Οι έλικες της μεταχείρισης Water Stress της ποικιλίας Ασύρτικο.

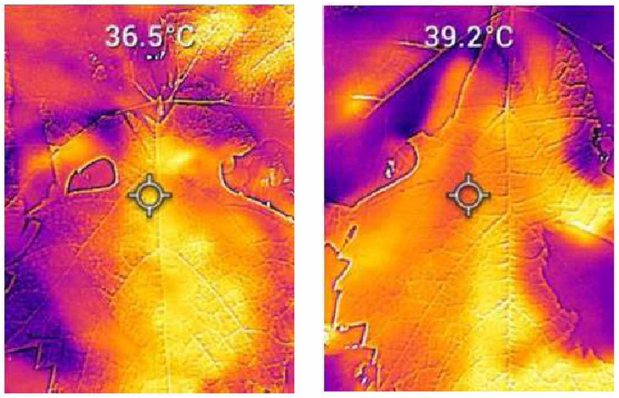
Εικόνα 37. Οι έλικες της μεταχείρισης Water Stress Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο.

Εικόνα 38. Οι έλικες της μεταχείρισης Rain της ποικιλίας Ασύρτικο.

3.1.5 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στη θερμοκρασία του φύλλου

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η οποία επηρεάζει πολλές φυσιολογίες διεργασίες. Όμως, από τα δεδομένα των μετρήσεων παρατηρήθηκε ότι η θερμοκρασία του φύλλου είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και μάλιστα, αυξάνεται όσο αυξάνεται και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

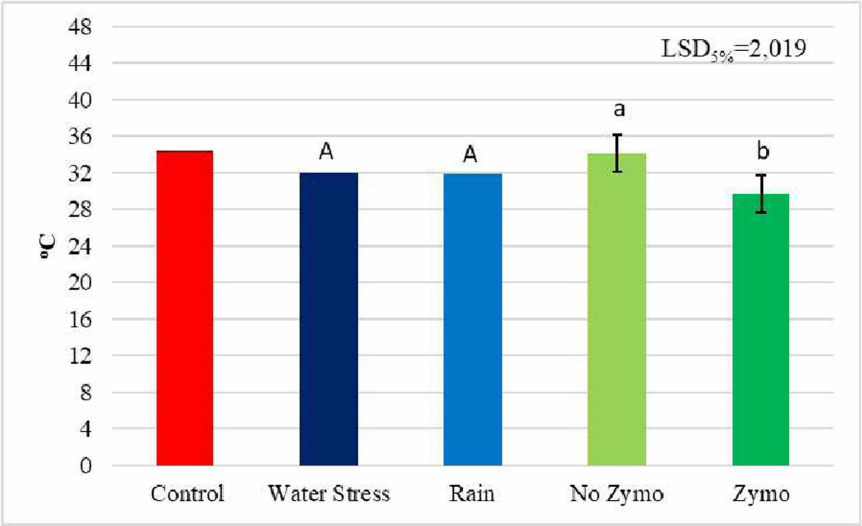
- **Η θερμοκρασία του φύλλου για την ποικιλία Ασύρτικο**



Εικόνα 39. Η σημειακή θερμοκρασία (°C) ενός φύλλου της μεταχείρισης Control (αριστερά) και της μεταχείρισης Water Stress Zymo (δεξιά) της ποικιλίας Ασύρτικο στις 22 Ιουλίου το μεσημέρι.

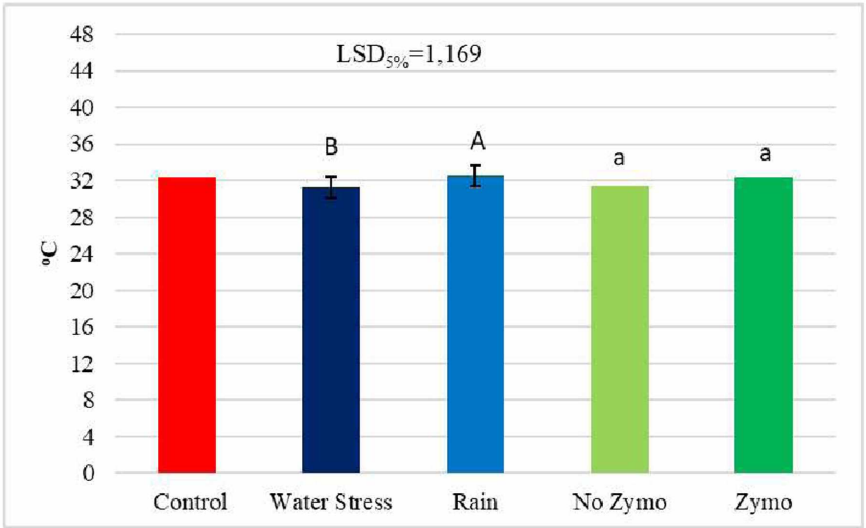
Στην Εικόνα 39 παρουσιάζονται κάποιες ενδεικτικές φωτογραφίες από τη θερμική κάμερα, όπου χάρη σε αυτή πάρθηκαν τα δεδομένα που παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα.

Στο Γράφημα 46 παρουσιάζεται η πρωινή θερμοκρασία φύλλου για τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Ασύρτικο στις 27 Ιουνίου. Επιπλέον, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου απ' όλες τις μεταχειρίσεις και ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Βέβαια, υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά για το παράγοντα ψεκασμός και μάλιστα, η μεταχείριση No Zymo έχει υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου από τη μεταχείριση Zymo κατά 12,9%



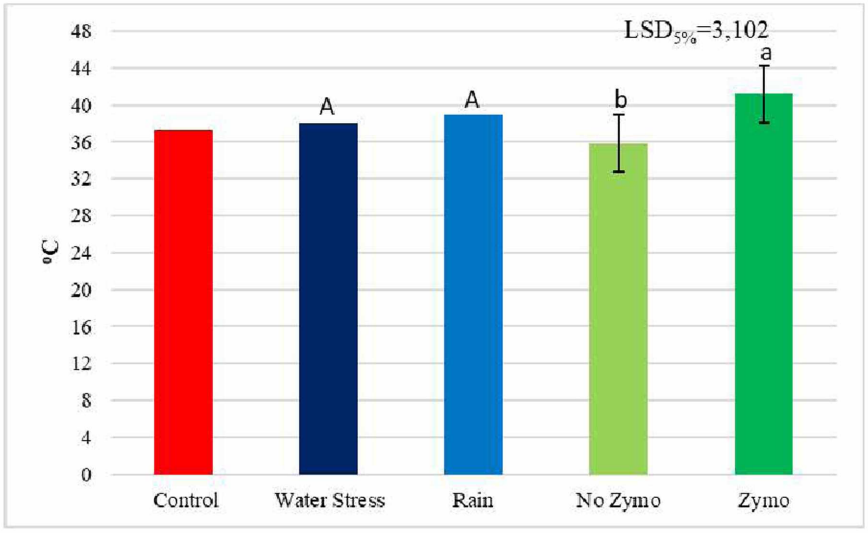
Γράφημα 46. Η πρωινή θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 27 Ιουνίου των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (2,79). Τα ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Στο Γράφημα 47 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, αλλά την έχει η μεταχείριση Zymo. Επιπλέον, παρουσιάζεται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων και ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Rain έχει υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου από τη μεταχείριση Water Stress κατά 4,05%.



Γράφημα 47. Η μεσημεριανή θερμοκρασία (°C) του φύλλου στις 27 Ιουνίου των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,81). Τα * και το n.s εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Στο Γράφημα 48 παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Zymo έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και όχι η μεταχείριση Control. Ακόμα, δεν παρουσιάζεται αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στον παράγοντα ψεκασμός. Αναλυτικότερα, η θερμοκρασία του φύλλου της μεταχείρισης Zymo είναι υψηλότερη κατά 12,9% από αυτή της μεταχείρισης No Zymo.



***p* value**

Irrigation (I)

0,522 n.s

Treatment (T)

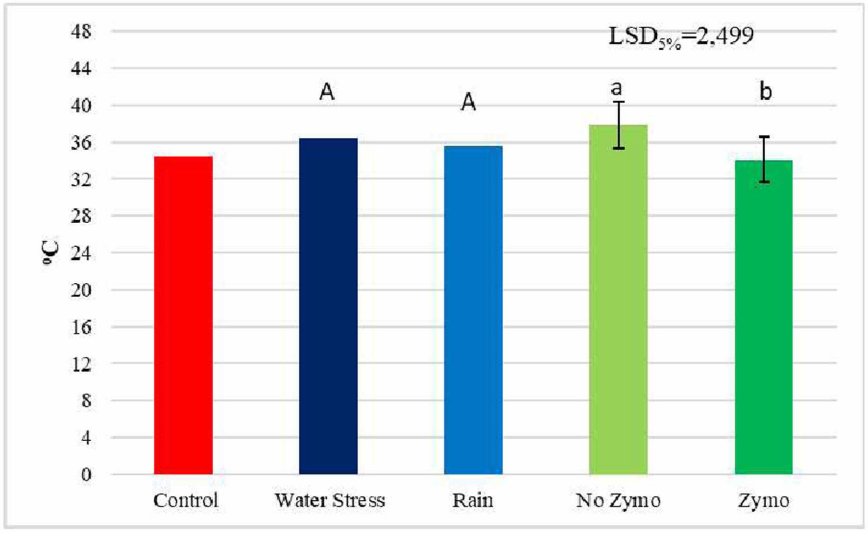
0,004 **

I × T

0,328 n.s

Γράφημα 48. Η μεσημεριανή θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 22 Ιουλίου των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,08). Τα ** και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Στο Γράφημα 49 παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, γιατί η μεταχείριση No Zymo έχει την υψηλότερη τιμή. Επιπλέον, δεν παρουσιάζεται αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στον παράγοντα ψεκασμός. Ειδικότερα, η μεταχείριση No Zymo έχει υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου από τη μεταχείριση Zymo κατά 9,8%.



***p* value**

Irrigation (I)

0,455 n.s

Treatment (T)

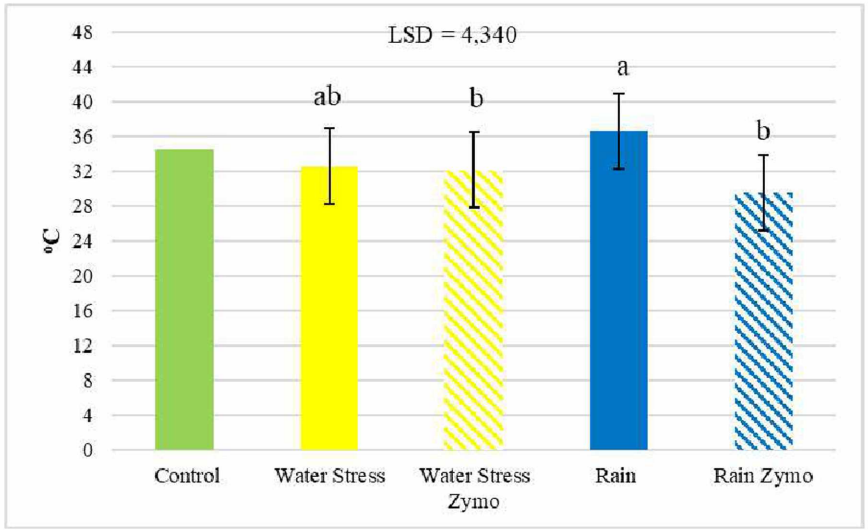
0,009 **

I × T

0,091 n.s

Γράφημα 49. Η πρωινή θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 30 Αυγούστου των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (4,65). Τα ** και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Από το Γράφημα 50 παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων και ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου. Ειδικότερα, η μεταχείριση Rain παρουσιάζει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου. Επιπλέον, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Rain δεν διαφέρει από την μεταχείριση Water Stress, αλλά διαφέρει από τις επεμβάσεις Water Stress Zymo και Rain Zymo. Τέλος, οι μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους.



***p* value**

Irrigation (I)

0,597 n.s

Treatment (T)

0,0023 **

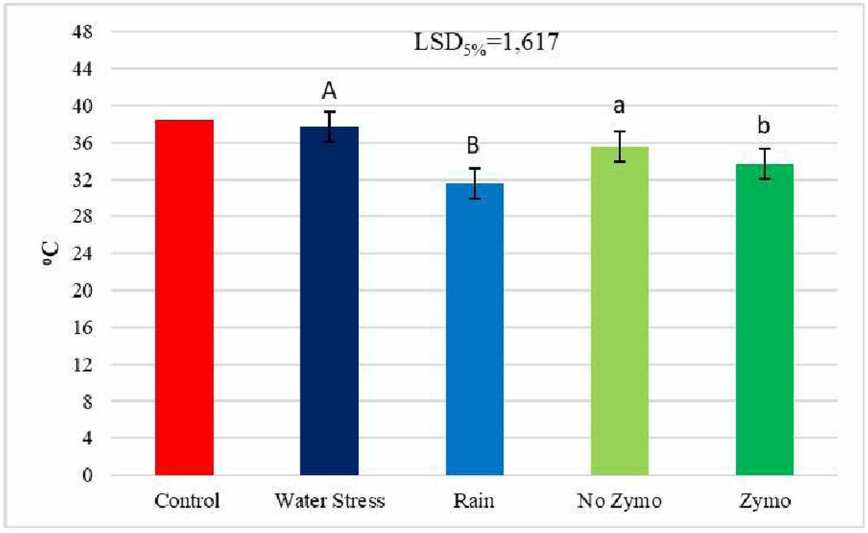
I × T

0,037 *

Γράφημα 50. Η θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 4 Ιουλίου (πρωί) των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (2,54). Τα *, ** και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

❖ **Η θερμοκρασία του φύλλου για την ποικιλία Αγιωργίτικο**

Στο Γράφημα 51 παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου απ' όλες τις μεταχειρίσεις και ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Ωστόσο, υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά για τους παράγοντες άρδευση και ψεκασμός. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Water Stress έχει υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου κατά 16,4% από τη μεταχείριση Rain και η μεταχείριση No Zymo έχει υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου από τη Zymo κατά 5,3%.



***p* value**

Irrigation (I)

<0,001 ***

Treatment (T)

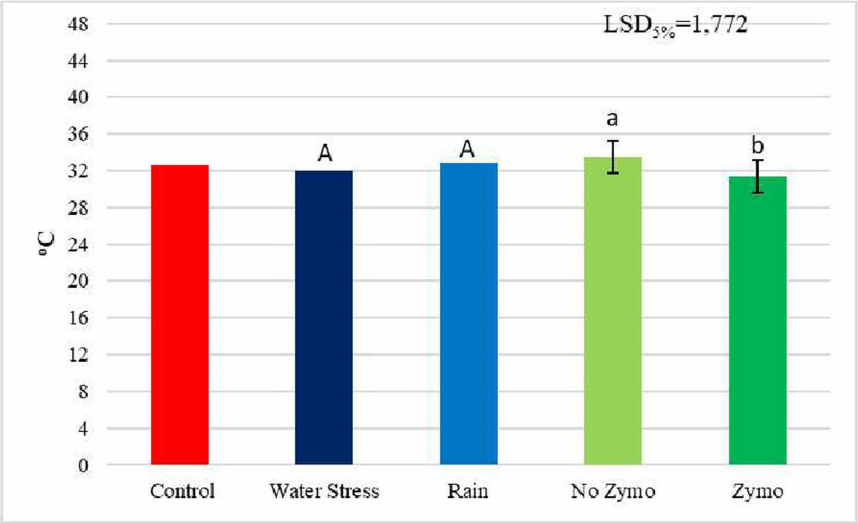
0,027 *

I × T

0,347 n.s

Γράφημα 51. Η πρωινή θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 9 Ιουνίου των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,68). Τα *, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Στο Γράφημα 52 παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση No Zymo έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και όχι η μεταχείριση Control. Ακόμα, δεν παρουσιάζεται αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στον παράγοντα ψεκασμός. Πιο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία του φύλλου της μεταχείρισης No Zymo είναι υψηλότερη κατά 6,3% από αυτή της μεταχείρισης Zymo.



***p* value**

Irrigation (I)

0,328 n.s

Treatment (T)

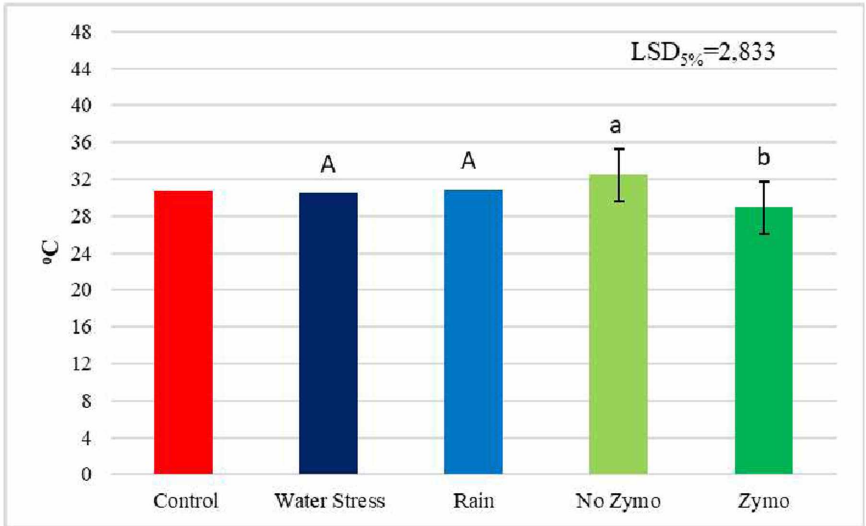
0,026 *

I × T

0,834 n.s

Γράφημα 52. Η μεσημεριανή θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 27 Ιουνίου των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,93). Το * και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Στο Γράφημα 53 παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση No Zymo έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου απ' όλες τις μεταχειρίσεις και όχι η μεταχείριση Control. Επιπλέον, δεν παρουσιάζεται αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στον παράγοντα ψεκασμός. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση No Zymo έχει υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου από τη μεταχείριση Zymo κατά 10,8%.



***p* value**

Irrigation (I)

0,714 n.s

Treatment (T)

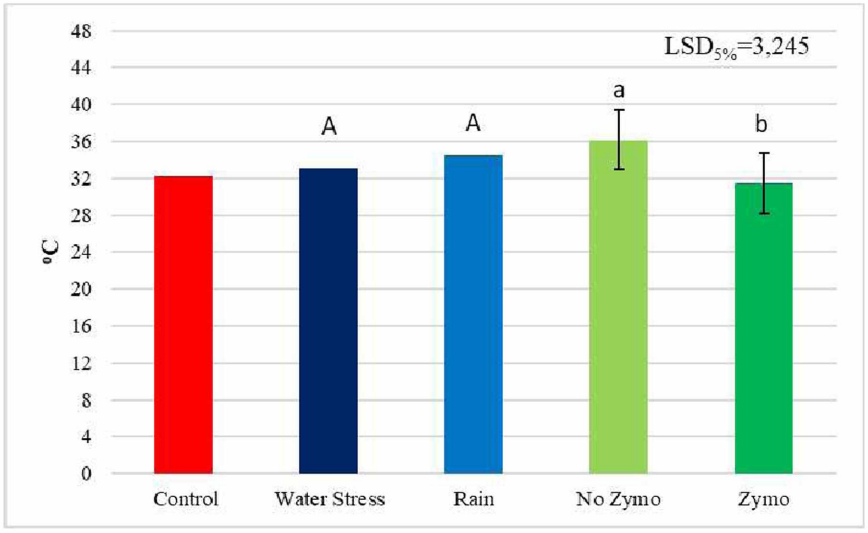
0,022 *

I × T

0,357 n.s

Γράφημα 53. Η πρωινή θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 4 Ιουλίου των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,99). Το * και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Από το παρακάτω Γράφημα 54 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή απ' όλες τις μεταχειρίσεις, γιατί την έχει η μεταχείριση No Zymo. Ακόμα, παρατηρείται ότι δεν παρουσιάζεται αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων και ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στον παράγοντα ψεκασμός. Ειδικότερα, η μεταχείριση No Zymo έχει υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου από τη μεταχείριση Zymo κατά 13,0%.



***p* value**

Irrigation (I)

0,349 n.s

Treatment (T)

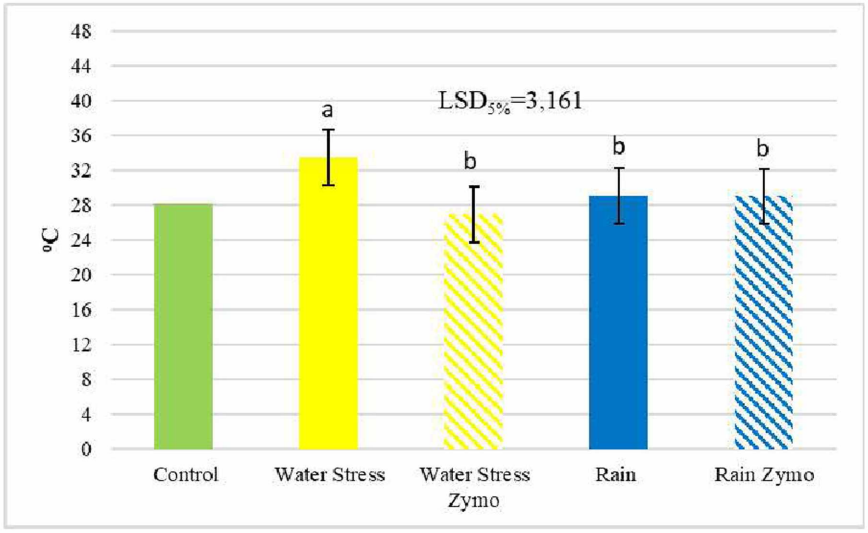
0,010 **

I × T

0,854 n.s

Γράφημα 54. Η μεσημεριανή θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 30 Αυγούστου των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (1,85). Τα ** και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο p≤0,01 και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Αρχικά, από το Γράφημα 55 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη θερμοκρασία συγκριτικά με τις άλλες μεταχειρίσεις, επειδή την υψηλότερη τιμή την έχει η μεταχείριση Water Stress. Ακόμα, στο παρακάτω Γράφημα παρουσιάζεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Ειδικότερα, οι μεταχειρίσεις Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν όλες με τη μεταχείριση Water Stress.



***p* value**

Irrigation (I)

0,263 n.s

Treatment (T)

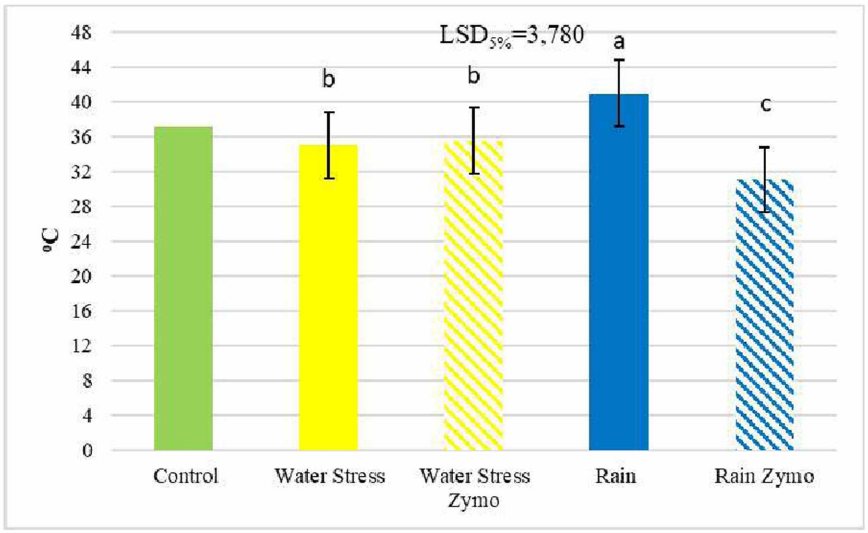
0,009 **

I × T

0,010 **

Γράφημα 55. Η θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 25 Ιουλίου (πρωί) των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (0,56). Τα ** και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Από το Γράφημα 55 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου και ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Ωστόσο, η μεταχείριση που παρουσιάζει την υψηλότερη θερμοκρασία φύλλου είναι η Rain. Ακόμα, παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Rain διαφέρει από τις επεμβάσεις Water Stress,Water Stress Zymo και Rain Zymo. Επιπλέον, οι μεταχειρίσεις Water Stress και Water Stress Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν με τη μεταχείριση Rain Zymo κατά 11,3% και 12,6, αντιστοίχως.



***p* value**

Irrigation (I)

0,536 n.s

Treatment (T)

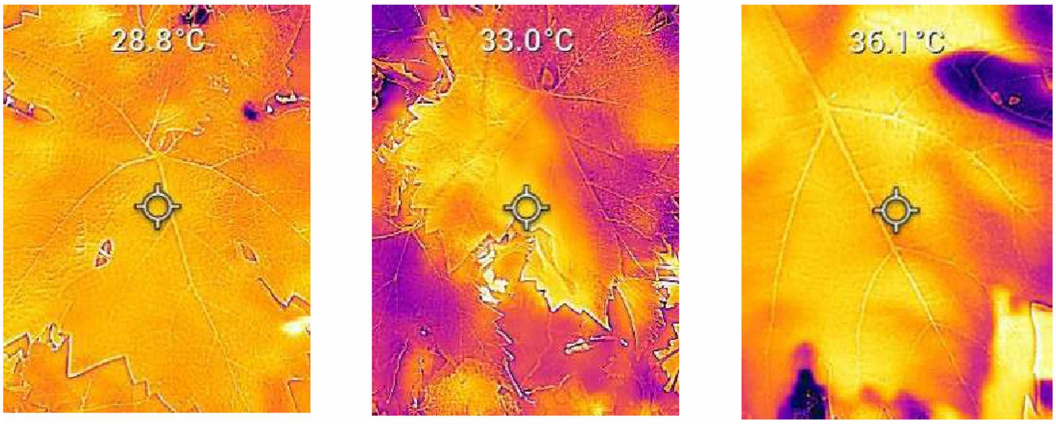
0,004 **

I × T

0,002 **

Γράφημα 56. Η θερμοκρασία φύλλου (°C) στις 30 Αυγούστου (πρωί) των μεταχειρίσεων Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (4,75). Τα ** και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Κάποιες ενδεικτικές φωτογραφίες από τη θερμική κάμερα με την οποία πάρθηκαν οι τιμές για τη θερμοκρασία του φύλλου φαίνονται παρακάτω:

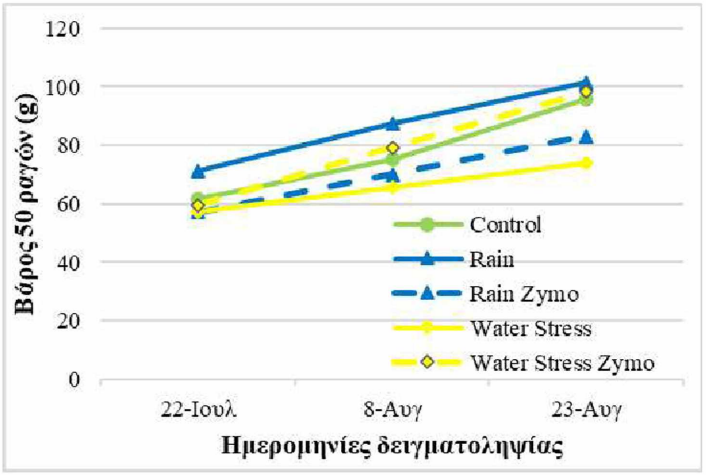


Εικόνα 40. Η σημειακή θερμοκρασία φύλλου (°C) για τις μεταχειρίσεις Control (25 Ιουλίου πρωί, αριστερά και 30 Αυγούστου πρωί, δεξιά) και Water Stress (25 Ιουλίου πρωί, κέντρο) της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

3.1.6 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στην πορεία ωρίμανσης της σταφυλής

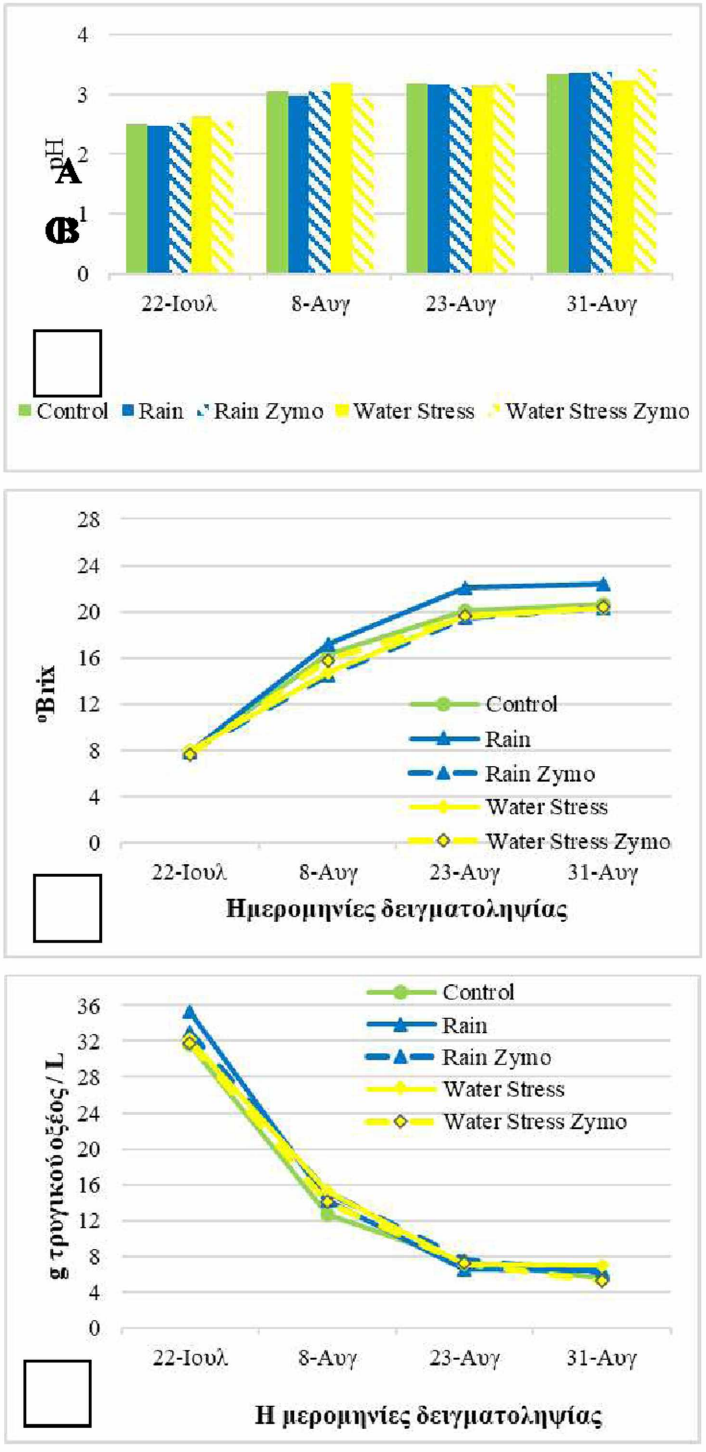
Κατά την πορεία των μετρήσεων, αλλά και στον τρυγητό έγιναν δειγματοληψίες και από τις 2 ποικιλίες για να προσδιοριστεί η πορεία ωρίμανσης της σταφυλής και η χημική σύσταση του τελικού γλεύκους.

❖ **Η πορεία ωρίμανσης της σταφυλής για την ποικιλία Ασύρτικο**



Γράφημα 57. Η πορεία εξέλιξης του βάρους (g) των 50 ραγών ανά δειγματοληψία για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο.

Από το Γράφημα 57 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control καθ' όλη την περίοδο δειγματοληψιών έχει το ενδιάμεσο βάρος από τις ακραίες τιμές βάρους, όπου η μεταχείριση Rain είχε το υψηλότερο βάρος και η μεταχείριση Water Stress το χαμηλότερο.



Γράφημα 58. Η πορεία ωρίμανσης της σταφυλής ανά δειγματοληψία για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Ασύρτικο. (A): Η ενεργός οξύτητα (pH), (B): Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα (°Brix) και (C): Η ολική οξύτητα (g τρυγικού οξέος / L).

Στο Γράφημα 58 και συγκεκριμένα στο Διάγραμμα Α, φαίνεται ότι στις τρεις πρώτες μετρήσεις η ενεργός οξύτητα της μεταχείρισης Water Stress ήταν η υψηλότερη συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ωστόσο, στη τελευταία μέτρηση του pH,

στις 31 Αυγούστου, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Water Stress Zymo είχε την υψηλότερη τιμή και η μεταχείριση Water Stress είχε τη χαμηλότερη τιμή. Στο Διάγραμμα Β παρουσιάζεται η αύξηση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα (°Brix) του γλεύκους και μάλιστα, η μεταχείριση Rain από τις 8 Αυγούστου είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Τέλος, στο Διάγραμμα C παρουσιάζεται η μείωση της ολικής οξύτητας και ότι η μεταχείριση Water Stress στις 31 Αυγούστου έχει την υψηλότερη τιμή.

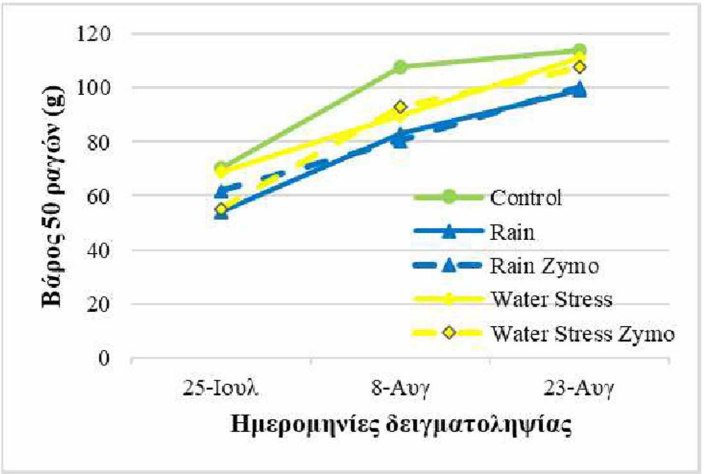
Σχετικά με τη χημική σύσταση του γλεύκους στον τρυγητό, τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 9. Πιο συγκεκριμένα, από τον πίνακα 9 παρατηρείται ότι την υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα απ' όλες τις μεταχειρίσεις την έχει η μεταχείριση Control. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Rain διαφέρει από τις μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo και Rain, οι οποίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους. Σχετικά με την ολική οξύτητα παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Water Stress έχει την υψηλότερη τιμή. Επιπλέον, παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων και ότι οι μεταχειρίσεις Rain και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους. Ωστόσο, αυτές οι δύο μεταχειρίσεις διαφέρουν με τις μεταχειρίσεις Water Stress και Water Stress Zymo, οι οποίες διαφέρουν και αυτές μεταξύ τους. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της ενεργούς οξύτητας (pH) δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά. Τέλος, την υψηλότερη τιμή την είχε η μεταχείριση Rain Zymo συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις και όχι η μεταχείριση Control.

Πίνακας 9. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα (°Brix), η ολική οξύτητα (g τρυγικού οξέος / L) και η ενεργός οξύτητα (pH) στον τρυγητό (31 Αυγούστου) της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Περιεκτικότητα σε σάκχαρα (°Brix)	Ολική Οξύτητα (g τρυγικού οξέος / L)	Ενεργός οξύτητα (pH)
Control	20,67 ± 0,45	5,52 ± 0,16	3,33 ± 0,10
Rain	22,45[a]	6,35[b]	3,36
Rain Zymo	20,32[b]	6,14[b]	3,39
Water Stress	20,27[b]	6,98[a]	3,24
Water Stress Zymo	20,38[b]	5,22[c]	3,43
Irrigation (I) *p* value	** (0,003)	n.s (0,234)	n.s (0,532)
Treatment (T) *p* value	** (0,004)	*** (<0,001)	n.s (0,114)
I × T *p* value	** (0,002)	*** (<0,001)	n.s (0,220)

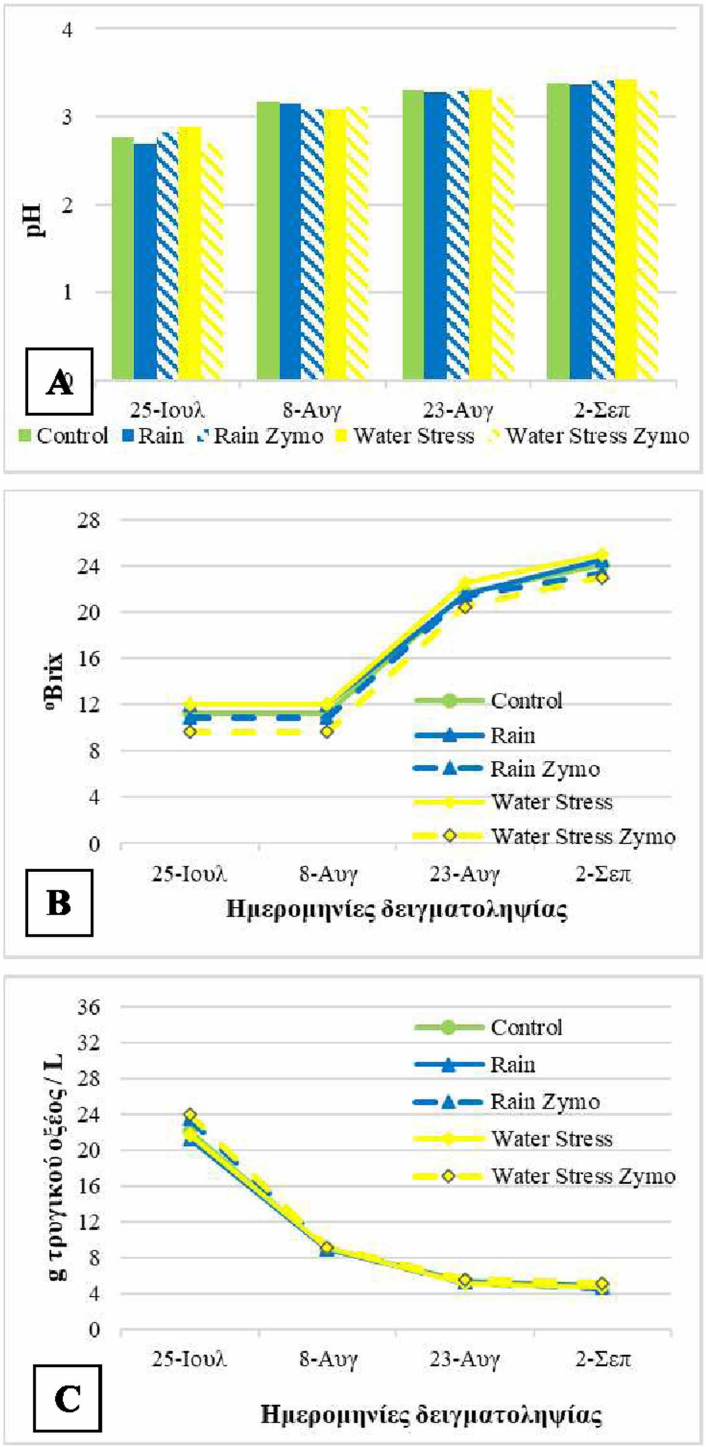
, *, ns: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$.

❖ Η πορεία ωρίμανσης της σταφυλής για την ποικιλία Αγιωργίτικο



Γράφημα 59. Η πορεία εξέλιξης του βάρους (g) των 50 ραγών ανά δειγματοληψία για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Αγιωργίτικο.

Στο Γράφημα 59 φαίνεται ότι η μεταχείριση Control έχει το μεγαλύτερο βάρος ραγών και η μεταχείριση Rain το χαμηλότερο από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών.



Γράφημα 60. Η πορεία ωρίμανσης της σταφυλής ανά δειγματοληψία για τις μεταχειρίσεις Control (λαχανί γραμμή), Water Stress (κίτρινη γραμμή), Water Stress Zymo (κίτρινη διακεκομμένη γραμμή), Rain (μπλε γραμμή) και Rain Zymo (μπλε διακεκομμένη γραμμή) της ποικιλίας Αγιωργίτικο. (A): Η ενεργός οξύτητα (pH), (B): Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα (°Brix) και (C): Η ολική οξύτητα (g τρυγικού οξέος / L).

Στο Διάγραμμα Α του Γραφήματος 60, παρουσιάζεται η ενεργός οξύτητα τους γλεύκους. Ειδικότερα, στις 8 και 23 Αυγούστου το μεγαλύτερο pH το έχει η μεταχείριση Control, ενώ η μεταχείριση Water Stress την έχει στις δύο υπόλοιπες μετρήσεις. Στο Διάγραμμα Β παρουσιάζει την περιεκτικότητα σε σάκχαρα της κάθε μεταχείρισης, αλλά την υψηλότερη περιεκτικότητα την έχει η μεταχείριση Water Stress και τη χαμηλότερη η μεταχείριση Water Stress Zymo καθ΄ όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών. Στο Διάγραμμα C παρουσιάζεται η μείωση της ολικής οξύτητας του γλεύκους και συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει την υψηλότερη τιμή για όλες τις ημερομηνίες μετρήσεων.

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του γλεύκους στον τρύγο και μάλιστα, η μεταχείριση No Zymo έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα και όχι η μεταχείριση Control. Από τον πίνακα φαίνεται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα ψεκασμό. Ειδικότερα, η μεταχείριση No Zymo έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα από τη μεταχείριση Zymo κατά 7,9%. Επιπλέον, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη ολική οξύτητα, γιατί η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει την υψηλότερη τιμή. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων και συγκεκριμένα, οι μεταχειρίσεις Rain, Rain Zymo και Water Stress δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν με την μεταχείριση Water Stress Zymo. Έπειτα, για την ενεργό οξύτητα παρουσιάζεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων και ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή από όλες τις μεταχειρίσεις, επειδή η μεταχείριση Water Stress έχει την υψηλότερη ενεργό οξύτητα. Τέλος, η μεταχείριση Water Stress δεν διαφέρει από την μεταχείριση Rain, αλλά διαφέρει από τις μεταχειρίσεις Rain Zymo και Water Stress Zymo. Ακολούθως, οι μεταχειρίσεις Rain και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν από τη μεταχείριση Water Stress Zymo.

Πίνακας 10. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα (°Brix), η ολική οξύτητα (g τρυγικού οξέος / L) και η ενεργός οξύτητα (pH) στον τρυγητό (2 Σεπτεμβρίου) για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	**Περιεκτικότητα σε σάκχαρα (°Brix)**	**Μεταχειρίσεις**	**Ολική Οξύτητα (g τρυγικού οξέος / L)**	**Ενεργός οξύτητα (pH)**
Control	24,09 ± 0,34	**Control**	4,86 ± 0,17	3,38± 0,06
Water Stress	24,53	**Rain**	$4,82^{b}$	$3,37^{ab}$
Rain	23,43	**Rain Zymo**	$4,70^{b}$	$3,41^{b}$
No Zymo	25,00	**Water Stress**	$4,71^{b}$	$3,42^{a}$
Zymo	23,02	**Water Stress Zymo**	$5,21^{a}$	$3,29^{c}$
Irrigation (I) *p* value	n.s (0,902)	**Irrigation (I) *p* value**	* (0,013)	* (0,039)
Treatment (T) *p* value	*** (<0,001)	**Treatment (T) *p* value**	* (0,019)	** (0,002)
I × T *p* value	n.s (0,084)	**I × T *p* value**	*** (<0,001)	*** (<0,001)

*, **, ***, ns: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$.

3.1.7 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στα χαρακτηριστικά της παραγωγής

❖ **Αποτελέσματα της παραγωγής της ποικιλίας Ασύρτικο**

Αρχικά, από τον Πίνακα 11 παρατηρείται ότι κανένα από τα αποτελέσματα των μετρήσεων δεν εμφάνισε στατιστικώς σημαντική διαφορά και ότι η μεταχείριση Control παρουσίασε μόνο την υψηλότερη απόδοση ανά πρέμνο συγκριτικά με τις υπόλοιπες τιμές. Επιπλέον, παρατηρείται ότι μεταχείριση Rain Zymo έχει το υψηλότερο βάρος σταφυλής απ' όλες τις μεταχειρίσεις, ενώ η μεταχείριση Water Stress παρουσίασε τον μεγαλύτερο αριθμό σταφυλιών με βοτρύτη και εγκαύματα.

Πίνακας 11. Η απόδοση ανά πρέμνο (kg), το βάρος σταφυλής (g), ο αριθμός των σταφυλιών με βοτρύτη και με εγκαύματα της ποικιλίας Ασύρτικο για όλες τις μεταχειρίσεις. . Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Απόδοση ανά πρέμνο (kg)	Βάρος σταφυλής (g)	Αριθμός σταφυλιών με βοτρύτη	Αριθμός σταφυλιών με εγκαύματα
Control	5,28 ± 1,49	165,68 ± 30,03	4,00 ± 2,00	10,20 ±6,91
Water Stress	3,90	146,91	4,25	15,80
Water Stress Zymo	4,07	165,68	2,40	10,20
Rain	3,56	145,08	2,80	12,80
Rain Zymo	3,96	170,26	3,40	11,80
Irrigation (I) *p* value	n.s (0,817)	n.s (0,944)	n.s (0,857)	n.s (0,683)
Treatment (T) *p* value	n.s (0,763)	n.s (0,270)	n.s (0,617)	n.s (0,068)
I × T *p* value	n.s (0,907)	n.s (0,870)	n.s (0,333)	n.s (0,191)

n.s: μη στατιστικώς σημαντική διαφορά

❖ Η σταφυλή της ποικιλίας Ασύρτικο

Πίνακας 12. Τα χαρακτηριστικά της σταφυλής για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Μήκος σταφυλής (cm)	Πλάτος σταφυλής (cm)	Αριθμός ραγών με εγκαύματα	Αριθμός ραγών με βοτρύτη	Βάρος βοστρύχου (g)
Control	17,75 ± 3,00	10,52 ± 2,48	5,44 ± 3,00	2,67 ± 2,08	7,12 ± 2,10
Water Stress	16,30	11,10	4,90	0,30	6,73
Water Stress Zymo	17,40	11,00	3,90	0,80	6,74
Rain	17,80	10,60	6,40	1,30	6,74
Rain Zymo	16,75	10,45	4,80	1,30	6,58
Irrigation (I) *p* value	n.s (0,653)	n.s (0,424)	n.s (0,4650)	n.s (0,195)	n.s (0,899)
Treatment (T) *p* value	n.s (0,979)	n.s (0,849)	n.s (0,429)	n.s (0,662)	n.s (0,899)
I × T *p* value	n.s (0,260)	n.s (0,970)	n.s (0,855)	n.s (0,662)	n.s (0,886)

n.s: μη στατιστικώς σημαντική διαφορά

Ο παραπάνω Πίνακας 12 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για τα χαρακτηριστικά της σταφυλής της ποικιλίας Ασύρτικο, τα οποία δεν έχουν στατιστικώς σημαντική

διαφορά. Η μεταχείριση Control φαίνεται ότι παρουσίασε τις περισσότερες ράγες με βοτρύτη και το μεγαλύτερο βάρος βοστρύχου συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Το μεγαλύτερο πλάτος της σταφυλής το παρουσίασε η μεταχείριση Water Stress, ενώ το μεγαλύτερο μήκος σταφυλής και τις περισσότερες ράγες με εγκαύματα τις παρουσίασε η μεταχείριση Rain σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις

Σχετικά με τον Πίνακα 13 παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά εμφανίζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά. Ειδικότερα, η μεταχείριση Rain έχει τις περισσότερες αφυδατωμένες ράγες, ενώ η μεταχείριση Control δεν έχει καθόλου αφυδατωμένες ράγες. Επίσης, παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα άρδευση και η μεταχείριση Rain εμφάνισε κατά 92,1% περισσότερες αφυδατωμένες ράγες από τη μεταχείριση Water Stress. Σχετικά με το βάρος της ράγας παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ακόμα, παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα ψεκασμός και η μεταχείριση Zymo έχει μεγαλύτερο βάρος ράγας από τη μεταχείριση No Zymo κατά 17,3%.

Πίνακας 13. Τα χαρακτηριστικά της σταφυλής για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	**Αριθμός Αφυδατωμένων Ραγών**	**Βάρος ράγας (g)**
Control	0	2,75 ± 0,29
Water Stress	0,25	1,98
Rain	3,15	2,05
No Zymo	2,90	1,84
Zymo	0,50	2,19
Irrigation (I) ***p* value**	* (0,034)	n.s (0,624)
Treatment (T) ***p* value**	n.s (0,076)	* (0,025)
I × T ***p* value**	n.s (0,157)	n.s (0,062)

Το * και το n.s υποδηλώνουν στατιστικά ή μη σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους για $p \leq 0.05$, αντίστοιχα.

Τα χαρακτηριστικά της σταφυλής μπορούν να ξεχωρίσουν με την απλή παρατήρηση των σταφυλιών. Έτσι, εικόνες από ενδεικτικές σταφυλές της ποικιλίας ανά μεταχείριση είναι οι εξής:

Εικόνα 41. Μια ενδεικτική σταφυλή από τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο στον τρυγητό (από αριστερά προς τα δεξιά).

❖ Η ράγα της ποικιλίας Ασύρτικο

Πίνακας 14. Τα χαρακτηριστικά της ράγας για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	% βάρους φλοιού/ράγα	Βάρος γιγάρτων (g)	Αριθμός γιγάρτων
Control	12,467 ± 2,04	0,1329 ± 0,05	2,8 ± 1,08
Water Stress	9,334	0,1150	2,3
Rain	7,822	0,0864	1,8
No Zymo	8,745	0,0949	2,0
Zymo	8,411	0,1060	2,1
Irrigation (I)	**	***	**
***p* value**	(0,009)	(<0,001)	(0,004)
Treatment (T)	n.s	n.s	n.s
***p* value**	(0,550)	(0,142)	(0,460)
I × T	n.s	n.s	n.s
***p* value**	(0,125)	(0,637)	(0,460)

, *, ns: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο p≤0,01, p≤0,001 και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με στατιστικώς σημαντική διαφορά, αλλά χωρίς να υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή για το ποσοστό βάρους φλοιού/ράγα απ' όλες τις μεταχειρίσεις και επιπλέον, παρατηρείται

στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση. Η μεταχείριση Water Stress εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό βάρους φλοιού/ράγα από τη μεταχείριση Rain κατά 16,2%. Σχετικά με το βάρος των γιγάρτων παρατηρείται ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων την υψηλότερη τιμή την έχει η μεταχείριση Control. Στη συνέχεια, παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση, όπου η μεταχείριση Water Stress έχει μεγαλύτερο βάρος γιγάρτων από την μεταχείριση Rain κατά 24,9%. Τέλος, στον Πίνακα 14 παρουσιάζεται ο αριθμός των γιγάρτων, όπου η μεταχείριση Control έχει την υψηλότερη τιμή. Επίσης, παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση, όπου η μεταχείριση Water Stress έχει μεγαλύτερο αριθμό γιγάρτων κατά 21,7% από τη μεταχείριση Rain.

Πίνακας 15. Το πλάτος της ράγας (mm) για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Πλάτος Ράγας (mm)
Control	14,989 ± 1,59
Water Stress	13,298[b]
Water Stress Zymo	16,713[a]
Rain	12,909[b]
Rain Zymo	13,688[b]
Irrigation (I)	***
***p* value**	(<0,001)
Treatment (T)	***
***p* value**	(<0,001)
I × T	***
***p* value**	(<0,001)

Τα *** εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο, p≤0,001. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο p≤0,05.

Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης για το πλάτος της ράγας και η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ειδικότερα, η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει το μεγαλύτερη πλάτος της ράγας απ' όλες τις μεταχειρίσεις. Στη συνέχεια, παρατηρείται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Αναλυτικότερα, παρουσιάζεται ότι οι μεταχειρίσεις Water Stress, Water Stress Zymo και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν όλες με τη μεταχείριση Rain.

❖ Αποτελέσματα της παραγωγής της ποικιλίας Αγιωργίτικο

Πίνακας 16. Η απόδοση ανά πρέμνο (kg), το βάρος σταφυλής (g), ο αριθμός των σταφυλιών με βοτρύτη και με εγκαύματα της ποικιλίας Αγιωργίτικο για όλες τις μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Απόδοση ανά πρέμνο (kg)	Βάρος σταφυλής (g)	Αριθμός σταφυλιών με βοτρύτη	Αριθμός σταφυλιών με εγκαύματα
Control	4,48 ± 1,02	204,79 ± 39,70	3,20 ± 1,64	2,00 ± 0
Water Stress	3,79	185,97	2,20	0,00
Water Stress Zymo	4,22	168,49	1,40	0,00
Rain	3,18	157,11	2,00	1,00
Rain Zymo	2,86	151,42	0,80	0,00
Irrigation (I) ***p* value**	n.s (0,154)	n.s (0,299)	n.s (0,647)	n.s (0,332)
Treatment (T) ***p* value**	n.s (0,931)	n.s (0,596)	n.s (0,261)	n.s (0,332)
I × T ***p* value**	n.s (0,578)	n.s (0,786)	n.s (0,818)	n.s (0,332)

n.s: μη στατιστικώς σημαντική διαφορά

Στον Πίνακα 16 αναλύονται τα χαρακτηριστικά της παραγωγής και μάλιστα, η μεταχείριση Control παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές για όλες τις μετρήσεις συγκριτικά με τις υπόλοιπες μετρήσεις. Έπειτα, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά για κανένα παράγοντα.

❖ Η σταφυλή της ποικιλίας Αγιωργίτικο

Στον παρακάτω Πίνακα 17 φαίνονται πιο αναλυτικά κάποια από τα χαρακτηριστικά της σταφυλής της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Από τον Πίνακα παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει το μεγαλύτερο αριθμό ραγών με βοτρύτη, το μεγαλύτερο βάρος βοστρύχου και το μεγαλύτερο βάρος ράγας απ' όλες τις μεταχειρίσεις. Το μεγαλύτερο μήκος και πλάτος της σταφυλής σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις παρουσιάζεται στη μεταχείριση Water Stress. Επιπλέον, στον πίνακα φαίνεται ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων για τα δεδομένα του πλάτους της σταφυλής, ενώ για τα υπόλοιπα δεν παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά. Σχετικά με το πλάτος της σταφυλής, παρατηρείται ότι οι μεταχειρίσεις Water Stress

Zymo, Rain Zymo και Rain δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν με όλες με τη μεταχείριση Water Stress.

Πίνακας 17. Τα χαρακτηριστικά της σταφυλής για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Μήκος σταφυλής (cm)	Πλάτος σταφυλής (cm)	Αριθμός ραγών με βοτρύτη	Βάρος βοστρύχου (g)	Βάρος ράγας (g)
Control	14,55 ± 0,98	9,75 ± 1,93	9,14 ± 9,89	8,50 ± 2,38	2,21 ± 0,18
Water Stress	14,60	11,20[a]	1,0	7,36	1,99
Water Stress Zymo	13,55	8,25[b]	2,6	5,58	1,92
Rain	13,25	9,35[b]	1,1	6,11	1,78
Rain Zymo	13,10	8,75[b]	1,1	5,26	2,01
Irrigation (I) *p* value	n.s (0,141)	n.s (0,218)	n.s (0,445)	n.s (0,270)	n.s (0,558)
Treatment (T) *p* value	n.s (0,322)	** (0,002)	n.s (0,384)	n.s (0,069)	n.s (0,448)
I × T *p* value	n.s (0,456)	* (0,036)	n.s (0,384)	n.s (0,511)	n.s (0,135)

Τα *,** και το n.s υποδηλώνουν στατιστικά ή μη σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους για p≤0,05, p≤0,01, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο p≤0,05.

Πίνακας 18. Τα χαρακτηριστικά της σταφυλής για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Αριθμός ραγών με εγκαύματα	Αριθμός αφυδατωμένων ραγών
Control	6,6 ± 2,92	2,5 ± 2,12
Water Stress	6,75	6
Rain	3,1	11,95
No Zymo	4,6	14
Zymo	5,25	3,95
Irrigation (I) *p* value	* (0,038)	* (0,045)
Treatment (T) *p* value	n.s (0,703)	*** (0,001)
I × T *p* value	n.s (0,977)	n.s (0,959)

*, ***, ns: εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο p≤0,05, p≤0,001 και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα χαρακτηριστικά της σταφυλής, όπου δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Σχετικά με τον

αριθμό των ραγών με εγκαύματα παρατηρείται ότι την υψηλότερη τιμή μεταξύ των μεταχειρίσεων την έχει η μεταχείριση Water Stress και όχι η μεταχείριση Control. Επιπλέον, παρουσιάζεται ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα άρδευση, όπου παρατηρείται ότι η μεταχείριση Water Stress έχει μεγαλύτερο αριθμό ραγών με εγκαύματα από τη μεταχείριση Rain κατά 54,1%. Στη συνέχεια, φαίνεται από τον πίνακα ότι η μεταχείριση Rain έχει τον μεγαλύτερο αριθμό αφυδατωμένων ραγών, ενώ η μεταχείριση Control παρουσιάζει των μικρότερο αριθμό συγκριτικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Ακόμα, παρατηρείται ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά για τον παράγοντα άρδευση και για τον παράγοντα ψεκασμός. Αναλυτικότερα, η μεταχείριση Rain έχει περισσότερες αφυδατωμένες ράγες από τη μεταχείριση Water Stress κατά 49,8% και αντίστοιχα η μεταχείριση No Zymo από την επέμβαση Zymo κατά 71,8%.

❖ Η ράγα της ποικιλίας Αγιωργίτικο

Πίνακας 19. Τα χαρακτηριστικά της ράγας για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Πλάτος ράγας (mm)	% βάρος φλοιού/ράγα	Βάρος γιγάρτων (g)	Αριθμός γιγάρτων
Control	14,48 ± 2,07	10,63 ± 2,74	0,0792 ± 0,03	2,0 ± 0,76
Water Stress	12,90	11,61[a]	0,0608	1,7
Water Stress Zymo	12,88	9,59[b]	0,0595	1,5
Rain	12,80	10,58[a]	0,0687	1,9
Rain Zymo	13,87	11,48[a]	0,0671	1,8
Irrigation (I) *p* value	n.s (0,418)	n.s (0,506)	n.s (0,187)	n.s (0,138)
Treatment (T) *p* value	n.s (0,335)	n.s (0,392)	n.s (0,806)	n.s (0,455)
I × T *p* value	n.s (0,324)	* (0,026)	n.s (0,976)	n.s (1,000)

Το * και το n.s υποδηλώνουν στατιστικά ή μη σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους για $p \leq 0.05$, αντίστοιχα. Τα διαφορετικά γράμματα εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$.

Στον Πίνακα 19 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τα χαρακτηριστικά της ράγας για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control έχει τις υψηλότερες τιμές στο πλάτος της ράγας, το βάρος των γιγάρτων και στο αριθμό των γιγάρτων από όλες τις μεταχειρίσεις. Ωστόσο, στα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά. Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται υπάρχει

αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων μόνο στα αποτελέσματα του ποσοστού βάρους φλοιού/ράγα, όπου οι μεταχειρίσεις Water Stress, Rain και Rain Zymo δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν με τη μεταχείριση Water Stress Zymo. Τέλος, παρουσιάζεται ότι μεταχείριση Water Stress έχει την υψηλότερη τιμή απ' όλες τις μεταχειρίσεις για το ποσοστό βάρους φλοιού/ράγα.

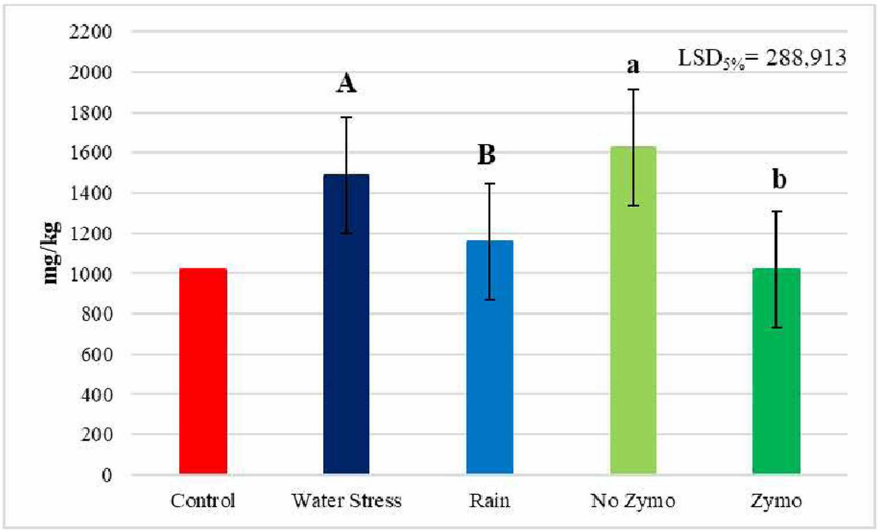
3.1.8 Η επίδραση του βιοδιεγέρτη στη φαινολική σύσταση του φλοιού

Το πρώτο αποτέλεσμα που καταγράφτηκε ήταν η απόχρωση του δείγματος, γιατί τα δείγματα με τις ανθοκυάνες είχαν ένα έντονο φούξια χρώμα (Εικόνα 42), ενώ τα δείγματα με τις πολυφαινόλες ένα μπλε απαλό χρώμα (Εικόνα 43).

Εικόνα 42. Το φούξια χρώμα των δειγμάτων με ανθοκυάνες.

Εικόνα 43. Το μπλε χρώμα των δειγμάτων με πολυφαινόλες.

❖ **Οι πολυφαινόλες στο φλοιό της ράγας για την ποικιλία Ασύρτικο**



***p* value**
Irrigation (I)
0,030 *
Treatment (T)
0,001 ***
I × T
0,201 n.s

Γράφημα 61. Οι πολυφαινόλες στο φλοιό της ράγας (mg/kg) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο. Τα *, ***, ns εκφράζουν τις στατιστικώς

σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (76,549).

Από το Γράφημα 61 παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν παρουσιάζει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες στο φλοιό της ράγας συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Αναλυτικότερα, την υψηλότερη τιμή την έχει η μεταχείριση No Zymo. Επιπλέον, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά στατιστικώς σημαντική διαφορά για τους παράγοντες άρδευση και ψεκασμός. Ειδικότερα, η μεταχείριση Water Stress παρουσιάζει υψηλότερη περιεκτικότητα πολυφαινολών στο φλοιό της ράγας από τη μεταχείριση Rain κατά 22,1%. Τέλος, η μεταχείριση No Zymo παρουσιάζει υψηλότερη περιεκτικότητα πολυφαινολών στο φλοιό της ράγας κατά 37,4% από τη μεταχείριση Zymo.

- **Οι ανθοκυάνες και οι πολυφαινόλες στο φλοιό της ράγας για την ποικιλία Αγιωργίτικο**

Για την ποικιλία Αγιωργίτικο εκτός από τη μέτρηση της περιεκτικότητας πολυφαινολών στο φλοιό έγινε και η μέτρηση της περιεκτικότητας σε ανθοκυάνες. Ωστόσο, τα αποτελέσματα από την μέτρηση δεν έδειξαν στατιστικώς σημαντική διαφορά και παρουσιάζονται στον Πίνακα 20.

Πίνακας 20. Η περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες στο φλοιό της ράγας (mg/kg) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Water Stress Zymo, Rain και Rain Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

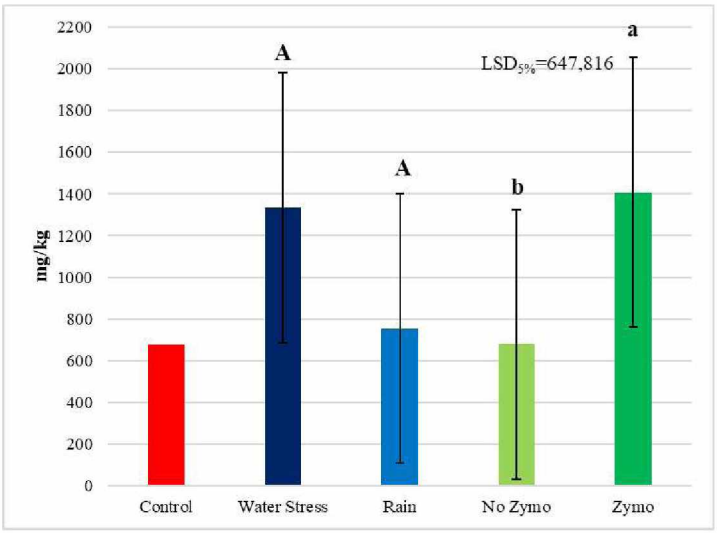
Μεταχειρίσεις	Ανθοκυάνες (mg/kg)
Control	328,40 ± 139,436
Water Stress	368,36
Water Stress Zymo	474,66
Rain	406,12
Rain Zymo	409,86
Irrigation (I) ***p* value**	n.s (0,597)
Treatment (T) ***p* value**	n.s (0,055)
I × T ***p* value**	n.s (0,070)

n.s: μη στατιστικώς σημαντική διαφορά

Από τον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται ότι η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες, ενώ η μεταχείριση Control έχει την

χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Στο Γράφημα 62, παρατηρείται ότι η μεταχείριση Control δεν έχει την υψηλότερη τιμή, η οποία παρουσιάζεται στην μεταχείριση Zymo. Ακόμα, δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, αλλά υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μόνο στον παράγοντα ψεκασμός. Πιο συγκεκριμένα, η μεταχείριση Zymo έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες από την μεταχείριση No Zymo κατά 51,8%.



***p* value**

Irrigation (I)

0,073 n.s

Treatment (T)

0,032 *

I × T

0,068 n.s

Γράφημα 62. Οι πολυφαινόλες στο φλοιό της ράγας (mg/kg) για τις μεταχειρίσεις Control, Water Stress, Rain, No Zymo και Zymo της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Το * και το ns εκφράζουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων σε επίπεδο $p \leq 0,05$ και μη σημαντικές διαφορές, αντίστοιχα. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D (108,876).

3.1.9 Ο Δείκτης Ravaz

- **Για την ποικιλία Ασύρτικο**

Πίνακας 21. Ο δείκτης Ravaz για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Ασύρτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Δείκτης Ravaz
Control	9,18 ± 3,16
Water Stress	7,19
Water Stress Zymo	11,10
Rain	7,91
Rain Zymo	12,25
Irrigation (I) ***p* value**	n.s (0,815)
Treatment (T) ***p* value**	n.s (0,310)
I × T ***p* value**	n.s (0,956)

n.s: χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά

Από τον παραπάνω Πίνακα 21 παρουσιάζεται ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά. Ωστόσο, με βάση τις τιμές σύγκρισης του δείκτη, φαίνεται ότι οι μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain Zymo της ποικιλίας Ασύρτικο έχουν πρέμνα με χαμηλή ζωηρότητα και υπερπαραγωγή. Επιπλέον, οι τρεις υπόλοιπες μεταχειρίσεις έχουν πρέμνα με την επιθυμητή ζωηρότητα και ισορροπία.

❖ **Για την ποικιλία Αγιωργίτικο**

Με βάση τις τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 22 αποδεικνύεται ότι όλες οι μεταχειρίσεις της ποικιλίας Αγιωργίτικο έχουν πρέμνα με την επιθυμητή ζωηρότητα και ισορροπία μεταξύ της βλάστησης και της παραγωγής με βάση τις τιμές σύγκρισης. Επιπλέον, από τον Πίνακα 22 παρουσιάζεται ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά.

Πίνακας 22. Ο δείκτης Ravaz για όλες τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Η μεταχείριση Control αντιστοιχεί στο M.O ± S.D.

Μεταχειρίσεις	Δείκτης Ravaz
Control	6,70 ± 2,36
Water Stress	5,69
Water Stress Zymo	6,71
Rain	6,24
Rain Zymo	5,08
Irrigation (I) ***p* value**	n.s (0,489)
Treatment (T) ***p* value**	n.s (0,930)
I × T ***p* value**	n.s (0,171)

n.s: χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορ

Κεφάλαιο 4ο

4.1 Συζήτηση

4.1.1 Ποικιλία Ασύρτικο

Στην ποικιλία Ασύρτικο παρατηρήθηκε ότι τις πρωινές ώρες η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η διαπνοή και η στοματική αγωγιμότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις αγγίζουν υψηλότερες τιμές απ'ότι τις μεσημεριανές ώρες. Ειδικότερα, η μεταχείριση Control είχε και στις δύο μετρήσεις την υψηλότερη τιμή και ξεπέρασε την φωτοσυνθετική ικανότητα της, η οποία είναι 15,9 μmol $m^{-2}s^{-1}$ (Patakas *et al.*, 2003), για αρκετές φορές. Επιπλέον, μεταξύ των μεταχειρίσεων, η μεταχείριση Rain είχε τις χαμηλότερες τιμές στις παραπάνω παραμέτρους κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες. Ωστόσο, στις μεταχειρίσεις στις οποίες είχε εφαρμοστεί ο βιοδιεγέρτης οι τιμές ήταν υψηλότερες από αυτές χωρίς το βιοδιεγέρτη. Αυτή η διαφοροποίηση μεταξύ των πρωινών και μεσημεριανών τιμών, αλλά και των ίδιων των μεταχειρίσεων οφείλεται στις διαφορετικές συνθήκες υδατικής καταπόνησης, στην αύξηση της θερμοκρασίας και στη παρουσία ή μη του βιοδιεγέρτη. Πιο συγκεκριμένα, έχει αποδειχθεί ότι η φωτοσυνθετική δραστηριότητα και η στοματική αγωγιμότητα μειώνονται, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία και μειώνεται το διαθέσιμο εδαφικό νερό (Greer and Weedon, 2013, Hailemichael *et al.*, 2016). Μία ακόμα σημαντική παράμετρος είναι η ενδογενής αποδοτικότητα χρήσης νερού (WUE_i) για την οποία ισχύει ότι αυξάνεται υπό ήπια ξηρασία και στη συνέχεια, μειώνεται κάτω από το καθεστώς μιας σοβαρής ή μακροχρόνιας ξηρασίας εξαιτίας της αναστολής της φωτοσύνθεσης (Gambetta *et al.*, 2020). Έτσι, δικαιολογείται το γεγονός ότι η μεταχείριση Control παρουσίασε μεγαλύτερη αποδοτικότητα χρήσης νερού από τη μεταχείριση Rain, αφού η πρώτη αρδευόταν πλήρως και η δεύτερη ήταν ξηρική. Επίσης, καταγράφτηκε ότι οι μεταχειρίσεις χωρίς τον βιοδιεγέρτη σε αυτή τη παράμετρο είχαν υψηλότερες τιμές από αυτές με τον βιοδιεγέρτη κατά τη μεσημεριανή μέτρηση.

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, παρατηρήθηκε το έντονο φαινόμενο της χλώρωσης και ξήρανσης των κατώτερων φύλλων των βλαστών και αυτό αποδίδεται στην προσπάθεια του φυτού της αμπέλου να αντιμετωπίσει την υδατική καταπόνηση και στρέφει τα φύλλα του στο στάδιο της γήρανσης νωρίτερα (Gomez-del-Campo *et al.*, 2002). Ωστόσο, κατά τη μέτρηση της χλωροφύλλης στο πρώτο φύλλο απέναντι από τη σταφυλή δεν εντοπίστηκε μεγάλη διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων, αλλά τις μεγαλύτερες τιμές είχαν οι μεταχειρίσεις Control και Water

Stress Zymo. Επιπλέον, με τον προσδιορισμό του εμβαδού της κύριας και της φυλλικής επιφάνειας του κύριου και του δευτερεύοντος βλαστού καταγράφτηκε ότι η μεταχείριση Control είχε μεγαλύτερη τιμή από τη μεταχείριση Water Stress και εκείνη από τη μεταχείριση Rain. Αυτή η κατάταξη βάση μεγέθους εμφανίστηκε και στις μετρήσεις της διαμέτρου του 5^{ου} μεσογονάτιου διαστήματος και στο μήκος του βλαστού. Ακόμα, στις προαναφερόμενες μετρήσεις (εκτός από τη διάμετρο του 5^{ου} μεσογονάτιου διαστήματος) οι επεμβάσεις με το βιοδιεγέρτη είχαν υψηλότερες τιμές από τις αντίστοιχες που δεν είχαν. Σύμφωνα με τους MacMillan (2021) και Gomez-del-Campo *et al.* (2002), η φυλλική επιφάνεια επηρεάζεται από την άρδευση και κάτω από το καθεστώς υδατικής καταπόνησης σχηματίζονται μικρότερου μεγέθους φύλλα, γιατί έτσι μπορούν να ελέγξουν καλύτερα τη θερμοκρασία τους.

Σχετικά με τη θερμοκρασία φύλλου κατά τις πρωινές ώρες, καταγράφτηκε ότι στις μισές μετρήσεις η μεταχείριση Water Stress είχε υψηλότερη θερμοκρασία από τη μεταχείριση Rain και στις άλλες μισές ίσχυε το αντίθετο. Το μόνο σταθερό είναι ότι οι αψέκαστες μεταχειρίσεις είχαν υψηλότερες θερμοκρασίες από τις ψεκασμένες, το οποίο άλλαξε κατά τις μεσημεριανές μετρήσεις. Ωστόσο, για να ρυθμίσουν τις θερμές αυτές μεσημεριανές θερμοκρασίες τα φύλλα αλλάζουν τον προσανατολισμό τους μέσω τροποποίησης της γωνίας ελάσματος-μίσχου και έτσι, πετυχαίνουν χαμηλότερες θερμοκρασίες, υψηλότερη δέσμευση CO_2 και καλύτερη απόδοση στη χρήση του νερού (Palliotti *et al.*, 2008). Ειδικότερα, η γωνία του φύλλου στα καλά αρδευόμενα φυτά είναι 75°, ενώ στα φυτά με υδατική καταπόνηση είναι στις 110° (Biglia *et al.*, 2020). Ακολούθως, αξίζει να σημειωθεί ότι η θερμική καταπόνηση δεν επηρεάζει την πυκνότητα των στομάτων του φύλλου, τα οποία είναι ρυθμιστές της ανταλλαγής αερίων και ελέγχουν την αποδοτικότητα χρήσης νερού (MacMillan, 2021). Ο κύριος περιβαλλοντικός παράγοντας που την επηρεάζει είναι η υδατική καταπόνηση, αλλά η βασική διαφοροποίηση της πυκνότητας των στομάτων οφείλεται σε γενετικούς παράγοντες (MacMillan, 2021, Rogiers *et al.*, 2011). Σε αυτό το πείραμα, η μεταχείριση Control είχε τα περισσότερα στομάτια ανά mm^2 και στη συνέχεια, η μεταχείριση Rain από τη μεταχείριση Water Stress, ενώ παρατηρήθηκε ότι οι μεταχειρίσεις με το βιοδιεγέρτη είχαν περισσότερα στομάτια από αυτές χωρίς τον βιοδιεγέρτη. Σύμφωνα με την MacMillan (2021), η υψηλή στοματική πυκνότητα σε συνδυασμό με το μικρότερο μέγεθος των στομάτων είναι χαρακτηριστικά που

ελαχιστοποιούν τη διαπνοή και έχουν αναφερθεί ως προσαρμογές ορισμένων ποικιλιών στην υδατική καταπόνηση.

Εκτός από τις φυσιολογικές/μορφολογικές παραμέτρους των φύλλων, μελετήθηκε και η παραγωγή ως προς τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά. Αρχικά, με το προσδιορισμό της απόδοσης κάθε πρέμνου ανά μεταχείριση φάνηκε ότι η μεταχείριση Control είχε την καλύτερη απόδοση, το οποίο ήταν αναμενόμενο αφού είχε δεχθεί την μεγαλύτερη ποσότητα νερού. Έπειτα, ήταν η μεταχείριση Water Stress Zymo και ακολούθως, η μεταχείριση Rain Zymo, παρόλο που το βάρος της σταφυλής της ήταν μεγαλύτερο και από τις δύο προαναφερθείσες μεταχειρίσεις. Τώρα, μεταξύ των μεταχειρίσεων χωρίς τον βιοδιεγέρτη, η μεταχείριση Water Stress είχε περισσότερη παραγωγή από αυτή της Rain. Βεβαία, εκτός από την ποσότητα μετράει και η ποιότητα της παραγόμενης σταφυλής, η οποία είχε ράγες με βοτρύτη και με εγκαύματα. Ειδικότερα, ο αριθμός των σταφυλιών με βοτρύτη ταξινομείται σε φθίνουσα σειρά ανά μεταχείριση ως εξής: Water Stress > Control > Rain Zymo > Rain > Water Stress Zymo. Από την πλευρά των σταφυλιών με εγκαύματα, η μεταχείριση Water Stress είχε τα περισσότερα, μετά η επέμβαση Rain, έπειτα η Rain Zymo και στο τέλος με τις λιγότερες σταφυλές με εγκαύματα ήταν οι μεταχειρίσεις Control και Water Stress Zymo.

Στο επίπεδο μελέτης της σταφυλής, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μία σταφυλή της μεταχείρισης Control έχει τις περισσότερες ράγες προσβεβλημένες με βοτρύτη. Η φθίνουσα κατάταξη των άλλων μεταχειρίσεων ως προς αυτή την παράμετρο είναι η εξής: Rain & Rain Zymo > Water Stress Zymo > Water Stress. Σχετικά με τις ράγες με εγκαύματα, οι μεταχειρίσεις κατανέμονται διαφορετικά και μάλιστα, οι μεταχειρίσεις σε φθίνουσα σειρά είναι: Rain > Control >Water Stress > Rain Zymo > Water Stress Zymo. Φυσικά, σε μεγάλο βαθμό για αυτό το αποτέλεσμα ευθύνεται η μικρότερη φυλλική επιφάνεια που σχημάτισε η μεταχείριση Rain, η οποία δεν ήταν αρκετή για να προστατέψει τις σταφυλές από την ηλιακή ακτινοβολία. Επιπροσθέτως, καταμετρήθηκαν οι αφυδατωμένες ράγες, όπου οι μεταχειρίσεις Rain και No Zymo είχαν περισσότερες αφυδατωμένες ράγες ανά σταφυλή από τις μεταχειρίσεις Water Stress και Zymo, αντίστοιχα.

Επιπλέον, στο επίπεδο μελέτης της ράγας φάνηκε ότι οι μεταχειρίσεις Rain και No Zymo είχαν το μεγαλύτερο βάρος ράγας από τις μεταχειρίσεις Water Stress και Zymo,

αντιστοίχως. Συγκριτικά με την έρευνα των Alatzas *et al.* (2021), θα έπρεπε οι ράγες των μεταχειρίσεων που δέχθηκαν περισσότερο νερό να έχουν μεγαλύτερο βάρος. Ωστόσο, οι ράγες των μεταχειρίσεων που δεν πήραν την πλήρης άρδευση ή καθόλου φέρουν πολύ μεγαλύτερο βάρος από τη μεταχείριση πλήρης άρδευσης της ποικιλίας Ασύρτικο των Alatzas *et al.* (2021). Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η διαφοροποίηση ήταν εμφανής πολύ πριν από τον τρυγητό, αφού κατά τις δειγματοληψίες πάντα η μεταχείριση Rain είχε τις πιο βαριές ράγες από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Water Stress: μικρότερο βάρος ράγας). Στις περεταίρω μετρήσεις που έγιναν στην ράγα πάντα ίσχυε ότι η Water Stress και η Zymo έχουν τις υψηλότερες τιμές από τις μεταχειρίσεις Rain και No Zymo, αντίστοιχα. Βέβαια, σε αυτές τις μετρήσεις ξεχώρισε το γεγονός ότι μεταχείριση Water Stress Zymo είχε το μεγαλύτερο πλάτος ράγας και η μεταχείριση Water Stress το μικρότερο πλάτος αναλογικά με τις υπόλοιπες.

Στις εργαστηριακές μετρήσεις που διεξήχθησαν για την πορεία ωρίμανσης της παραγωγής, αλλά και για την τελική ποιότητα του γλεύκους, παρατηρήθηκε ότι τη μεγαλύτερη ολική οξύτητα την είχε η μεταχείριση Water Stress και τη μικρότερη η αντίστοιχη με τον βιοδιεγέρτη (οι υπόλοιπες καταλάμβαναν μια ενδιάμεση τιμή). Σύμφωνα με τους Alatzas *et al.* (2021), θα έπρεπε οι μεταχειρίσεις με την περισσότερη άρδευση να έχουν υψηλότερες τιμές ολικής οξύτητας και μικρότερες τιμές στην περιεκτικότητα σε σάκχαρα, όπως και έγινε αφού η μεταχείριση Rain είχε περισσότερα °Brix από τη μεταχείριση Water Strees (Control: ενδιάμεση τιμή). Σχετικά με την ενεργό οξύτητα (pH), δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες αλλαγές μεταξύ των επεμβάσεων.

Μία ακόμη σημαντική ανάλυση για να προσδιοριστεί η ποιότητα της παραγωγής είναι ο προσδιορισμός των πολυφαινολών, μίας ομάδας φυτοχημικών που ευθύνονται για τα περισσότερα από τα αισθητηριακά χαρακτηριστικά των παραγόμενων κρασιών, όπως το χρώμα, το άρωμα κλπ. (Anastasiadi *et al.*, 2010). Γενικά, ισχύει ότι η βιοσύνθεση τους εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, το κλίμα, τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών, τις καλλιεργητικές πρακτικές και από την ποικιλία (Gougoulias *et al.*, 2018). Σε αυτή την περίπτωση μετά τον προσδιορισμό των πολυφαινολών στο φλοιό της ράγας καταγράφτηκε ότι οι μεταχειρίσεις Water Stress και No Zymo είχαν περισσότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες από τις επεμβάσεις Rain και Zymo, αντίστοιχα. Πράγμα που έρχεται σε αντιδιαστολή με τα

αποτελέσματα της έρευνας των Kogkou *et al.* (2017), όπου έδειξαν ότι οι μερικώς ποτισμένες και ψεκασμένες με βιοδιεγέρτη μεταχειρίσεις είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες από τις μερικώς αρδευόμενες της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Άξιο σχολιασμού χρίζεται το γεγονός ότι η μία ποικιλία είναι λευκή οινοποιήσιμη (Ασύρτικο) και άλλη ερυθρή οινοποιήσιμη (Αγιωργίτικο) και όπως ειπώθηκε παραπάνω η ποικιλία είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει τη συγκέντρωση πολυφαινολών και γι' αυτό να προέκυψε αυτό το αποτέλεσμα. Τέλος, έγινε ο προσδιορισμός του Δείκτη Ravaz και χάρη σε αυτόν φάνηκε ότι οι μεταχειρίσεις Water Stress Zymo και Rain Zymo ήταν σε επίπεδο υπερπαραγωγής, παρόλο που είχαν υψηλές τιμές στις μετρήσεις για τη βλαστική ανάπτυξη. Στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις υπήρχε ισορροπία μεταξύ της ζωηρότητας και της παραγωγής. Βέβαια, αξίζει να σημειωθεί ότι κάποια από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορεί να ήταν διαφορετικά, αν η υγρασία εδάφους ήταν σε όλη την διάρκεια του πειράματος σε επίπεδο που φέρνει ήπια υδατική καταπόνηση στα φυτά.

4.1.2 Ποικιλία Αγιωργίτικο

Φυσικά, όλες οι παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και στην ποικιλία Αγιωργίτικο. Αρχικά, στις φυσιολογικές παραμέτρους η μεταχείριση Control είχε τις περισσότερες υψηλές τιμές, ωστόσο ανά μέτρηση υπήρχαν διαφοροποιήσεις. Ειδικότερα, η μεταχείριση Control έχει τον υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα και τον χαμηλότερο τον έχει η μεταχείριση Rain κατά τις πρωινές ώρες, όμως κατά πλειοψηφία στις μεσημεριανές μετρήσεις, η μεταχείριση Water Stress Zymo έχει την υψηλότερη τιμή και η επέμβαση Rain τη μικρότερη. Και στις δύο περιπτώσεις μετρήσεων, οι επεμβάσεις με τον βιοδιεγέρτη είχαν υψηλότερο ρυθμό από τις αντίστοιχες που δεν είχαν. Μάλιστα, αυτή η διαφοροποίηση έφτασε στο σημείο η τιμή τους να ξεπερνάει και τη τιμή της μεταχείρισης Control (4 Ιουλίου). Επιπλέον, στις παραμέτρους της διαπνοής και της στοματικής αγωγιμότητας κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες, η μεταχείριση Control είχε τις υψηλότερες τιμές και η μεταχείριση Rain τις χαμηλότερες, ενώ μεταξύ των ψεκασμένων και αψέκαστων ποικιλιών, οι ψεκασμένες είχαν μεγαλύτερες τιμές. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αυτοί οι παράμετροι επηρεάζονται από την εδαφική υγρασία και από τη θερμοκρασία και με βάση τις μετρήσεις των θερμοκρασιών του φύλλου φαίνεται ότι οι μεταχειρίσεις που δεν είχαν ψεκαστεί είχαν υψηλότερες θερμοκρασίες από τις ψεκασμένες επεμβάσεις κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες, όπου η

θερμοκρασία περιβάλλοντος μεταβάλλεται. Επίσης, κατά τις πρωινές ώρες υπήρχε μία ισάξια εναλλαγή μεταξύ των μετρήσεων για το ποια μεταχείριση θα έχει την υψηλότερη θερμοκρασία και άλλοτε την είχε η μεταχείριση Rain και άλλοτε η Water Stress. Ωστόσο, κατά τις μεσημεριανές ώρες ξεκάθαρα η μεταχείριση Rain είχε την υψηλότερη θερμοκρασία από τη Water Stress. Σχετικά με τη ποσότητα βιομάζας που παράγεται ανά μονάδα νερού που χρησιμοποιείται από ένα φυτό (WUE_i) φαίνεται ότι τα ψεκασμένα φυτά σχημάτισαν περισσότερη από τα αψέκαστα, τα οποία μεταξύ τους υπήρχε η διαφοροποίηση ότι η μεταχείριση Rain είχε υψηλότερη αποδοτικότητα χρήσης νερού από τη μεταχείριση Water Stress κατά τις πρωινές ώρες.

Σχετικά με το εμβαδόν της κύριας φυλλικής επιφανείας καταγράφτηκε ότι η μεταχείριση Rain Zymo και έπειτα, η Water Stress Zymo είχαν τις δύο υψηλότερες τιμές. Αυτό σημαίνει ότι δεν επηρεάστηκαν από τη θερμική καταπόνηση των υψηλών καλοκαιρινών θερμοκρασιών, παρόλο που βρίσκονταν σε μερική ή πλήρη υδατική καταπόνηση. Στη συνέχεια, τη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια την είχε η μεταχείριση Control, όπου την ακολούθησε η μεταχείριση Water Stress και στο τέλος, ήταν η μεταχείριση Rain. Στη μέτρηση του μήκους του βλαστού η κατάταξη μεγέθους ήταν ίδια με την προαναφερόμενη με τη μόνη διαφορά ότι η μεταχείριση Control είχε μεγαλύτερο βλαστό από την επέμβαση Water Stress Zymo. Ένα ακόμα μορφολογικό χαρακτηριστικό του φύλλου, εκτός από τη συστροφή που εμφανίστηκε, είναι η πυκνότητα των στοματίων, η οποία ποικίλλει ανά ποικιλία. Το εύρος στομάτων ανά mm^2 (γενικά για το *Vitis vinifera* L.) είναι 50 έως 400 (MacMillan, 2021) και σε αυτή την πειραματική διαδικασία καταγράφτηκαν 372 στομάτια ανά mm^2 ως μεγαλύτερη τιμή μεταξύ των μεταχειρίσεων, η οποία την είχε η μεταχείριση Control. Ακολούθως σε φθίνουσα σειρά οι μεταχειρίσεις ήταν: Water Stress > Rain Zymo > Water Stress Zymo > Rain. Εν κατακλείδι, αξίζει να σημειωθεί ότι δεν παρατηρήθηκαν φύλλα με χλώρωση και ξήρανση και ότι η χλωροφύλλη ήταν σχεδόν στα ίδια επίπεδα για όλες τις μετρήσεις και τις μεταχειρίσεις εκτός από την μέτρηση στις 30 Αυγούστου όπου μειώθηκε αισθητά η χλωροφύλλη των μεταχειρίσεων Water Stress, Water Stress Zymo και Rain.

Όσο αφορά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής, η μεταχείριση με τις μεγαλύτερες τιμές είναι η Control και η επόμενη υψηλότερη αυτή της μεταχείρισης Water Stress Zymo. Στη συνέχεια, ακολουθούν οι μεταχειρίσεις Water Stress, Rain και Rain Zymo, αντιστοίχως. Σχετικά με τη σταφυλή, η μεταχείριση Control είχε τις

υψηλότερες τιμές σε όλες τις μετρήσεις, θετικές και αρνητικές. Ειδικότερα, τις περισσότερες σταφυλές με βοτρύτη εμφάνισε η μεταχείριση Water Stress Zymo έναντι της αντίστοιχης αψέκαστης και η μεταχείριση Rain Zymo είχε τα ίδια αποτελέσματα με την επέμβαση Rain. Επίσης, καταγράφτηκαν σταφυλές με εγκαύματα, όπου τις περισσότερες τις είχε η μεταχείριση Water Stress έναντι της Rain και οι επεμβάσεις με τον βιοδιεγέρτη έναντι των αψέκαστων. Το ακριβώς αντίθετο αποτέλεσμα καταγράφτηκε για την εμφάνιση ραγών με αφυδάτωση ανά σταφυλή. Σχετικά με το βάρος των ραγών, φαίνεται ότι πάλι η μεταχείριση Control κατέχει την πρώτη θέση, ενώ την τελευταία η μεταχείριση Rain (οι υπόλοιπες έχουν ενδιάμεσες τιμές από τις δύο ακραίες). Μάλιστα, το αποτέλεσμα αυτό συμπίπτει με αυτό της έρευνα των Alatzas *et al.* (2021), όπου δείχνουν ότι το βάρος της ράγας είναι μεγαλύτερο στα πρέμνα όπου έχουν δεχθεί πλήρως άρδευση. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι όλα τα πρέμνα είχαν ισορροπία μεταξύ της ζωηρότητας και της παραγωγής.

Επιπλέον, στις αναλύσεις για την ποιότητα του γλεύκους κατά την πορεία ωρίμανσης της σταφυλής, αλλά και κατά τον τρυγητό φαίνεται ότι η μεταχείριση Water Stress έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα και αντίστοιχα τη μικρότερη η μεταχείριση Water Stress Zymo. Ωστόσο, σύμφωνα με την έρευνα Alatzas *et al.* (2021), θα έπρεπε η μεταχείριση Rain να έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Στον τρυγητό, επίσης, καταγράφτηκε η ακριβώς αντίθετη σχέση μεταξύ των μεταχειρίσεων όπου έχουν τις ακραίες τιμές στην περιεκτικότητα σακχάρων για την ολική οξύτητα αυτή τη φορά. Σύμφωνα με τους Alatzas *et al.* (2021), την υψηλότερη τιμή θα έπρεπε να την έχει η μεταχείριση Control, ως η πιο καλοποτισμένη μεταχείριση. Βέβαια, προσδιορίστηκε και η ενεργός οξύτητα (pH) του γλεύκους στον τρυγητό, όπου εμφάνισε αλληλεπίδραση των παραγόντων κατά τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Αναλυτικότερα, την υψηλότερη ενεργό οξύτητα την είχε η μεταχείριση Water Stress και τη χαμηλότερη η Water Stress Zymo. Τις ενδιάμεσες τιμές από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τις καταλάμβαναν οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις ως εξής: Control > Rain > Rain Zymo. Τα αποτελέσματα αυτά συγκλίνουν με αυτά των Kogkou *et al.* (2017), όπου βρήκαν ότι τα αρδευόμενα φυτά παρουσιάζουν μεγαλύτερη ενεργό οξύτητα από αυτά που δεν έχουν ποτιστεί. Ωστόσο, παρουσιάζουν ότι τα αποτελέσματα των ψεκασμένων δεν διαφέρουν από αυτά των αψέκαστων, πράγμα που διαφοροποιείται σε αυτή την εργασία. Επιπλέον,

παρουσιάζουν ότι οι ψεκασμένες και οι αψέκαστες μεταχειρίσεις έχουν ενεργό οξύτητα ενδιάμεση από αυτή της αρδευόμενης μεταχείρισης και της μη αρδευόμενης, πράγμα που δεν ισχύει σε αυτή τη περίπτωση.

Σχετικά με τις φαινολικές ενώσεις στην ερυθρή ποικιλία, εκτός από τη συγκέντρωση των πολυφαινολών μελετήθηκε και η συγκέντρωση των ανθοκυανών στο φλοιό. Αυτός ο προσδιορισμός έγινε, επειδή τα γονίδια που είναι υπεύθυνα για τη βιοσύνθεση των ανθοκυανών της σταφυλής καταστέλλονται από τις υψηλές θερμοκρασίες (Τσαγγαράτος, 2020). Με βάση τα αποτελέσματα, οι μεταχειρίσεις κατατάσσονται σε φθίνουσα σειρά ως εξής: Water Stress Zymo > Rain Zymo > Rain > Water Stress > Control. Αυτό το αποτέλεσμα συμπίπτει πλήρως με αυτό που παρουσιάζεται στην έρευνα των Kogkou *et al.* (2017). Τώρα, σχετικά με τις πολυφαινόλες, όπου είναι μια ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών με ποικίλες χημικές δομές-λειτουργίες και παράγονται ως απόκριση σε διάφορες μορφές περιβαλλοντικού στρες (Anastasiadi *et al.*, 2010), φαίνεται ότι οι μεταχειρίσεις Water Stress και Zymo έχουν μεγαλύτερη συσσώρευση πολυφαινολών στο φλοιό από τις Rain και No Zymo, αντίστοιχα. Εξίσου αυτό το αποτέλεσμα ταυτίζεται με αυτό της έρευνας των Kogkou *et al.* (2017).

Κεφάλαιο 5ο

5.1 Συμπεράσματα

5.1.1 Για την ποικιλία Ασύρτικο

- Η εφαρμογή του βιοδιεγέρτη βοήθησε τα φύλλα να φωτοσυνθέτουν με μεγαλύτερο ρυθμό κατά τις πρωινές και μεσημεριανές (θερμότερες) ώρες από τα αντίστοιχα αψέκαστα φύλλα.
- Η ίδια συνθήκη ισχύει και για την διαπνοή και για τη στοματική αγωγιμότητα.
- Οι μεταχειρίσεις με το βιοδιεγέρτη σχημάτισαν λιγότερη ποσότητα βιομάζας που παράγεται ανά μονάδα νερού.
- Η θερμοκρασία φύλλου κατά τις πρωινές ώρες ήταν μικρότερη στις ψεκασμένες μεταχειρίσεις απ'ότι στις αψέκαστες. Κατά τις μεσημεριανές ώρες πραγματοποιήθηκε το ακριβώς αντίθετο.
- Η πυκνότητα των στοματίων ήταν μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις με το βιοδιεγέρτη σε σχέση με αυτές που δεν είχαν ψεκαστεί.
- Η κύρια φυλλική επιφάνεια ήταν μεγαλύτερη στις ψεκασμένες επεμβάσεις από τις αψέκαστες.
- Στην απόδοση της παραγωγής παρατηρείται ότι οι μεταχειρίσεις με τον βιοδιεγέρτη είχαν υψηλότερες τιμές από τις αντίστοιχες αψέκαστες και στον αριθμό των σταφυλιών με βοτρύτη και με εγκαύματα είχαν τις χαμηλότερες τιμές.
- Σχετικά με το βάρος της ράγας φαίνεται ότι οι ψεκασμένες έχουν μεγαλύτερο βάρος από τις αψέκαστες και μικρότερο ποσοστό εμφάνισης ραγών με βοτρύτη, εγκαύματα και αφυδάτωση.
- Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα ήταν χαμηλότερη για τις μεταχειρίσεις με τον βιοδιεγέρτη συγκριτικά με τις αντίστοιχες αψέκαστες. Το pH και η ολική οξύτητα είχαν μικρότερη τιμή στις ψεκασμένες μεταχειρίσεις από ότι των αψέκαστων.
- Οι πολυφαινόλες ήταν λιγότερο συσσωρευμένες στο φλοιό των ραγών των επεμβάσεων με το βιοδιεγέρτη.
- Τέλος, οι ψεκασμένες μεταχειρίσεις θεωρούνται ότι βρίσκονται σε υπερπαραγωγή βάση του δείκτη Ravaz.

5.1.1 Για την ποικιλία Αγιωργίτικο

- Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η διαπνοή και η στοματική αγωγιμότητα ήταν υψηλότερες κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες στις μεταχειρίσεις με το βιοδιεγέρτη συγκριτικά με τις αντίστοιχες αψέκαστες.
- Τα αψέκαστα φυτά σχημάτισαν περισσότερη βιομάζα που παράγεται ανά μονάδα νερού από τα ψεκασμένα.
- Η θερμοκρασία του φύλλου ήταν στο έπακρο υψηλότερη στις αψέκαστες μεταχειρίσεις από τις ψεκασμένες κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες.
- Η πυκνότητα των στοματίων ήταν μικρότερη από αυτή της μεταχείρισης Control, όμως η μεταχείριση Rain Zymo είχε περισσότερη από τη Rain και η Water Stress Zymo λιγότερη από τη Water Stress.
- Στην κύρια φυλλική επιφάνεια και στο μήκος του βλαστού η μεταχείριση Rain Zymo είχε την υψηλότερη τιμή απ' όλες τις μεταχειρίσεις.
- Στα ποσοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής, η μεταχείριση Water Stress Zymo είχε από τις υψηλότερες τιμές, ενώ η μεταχείριση Rain Zymo τις χαμηλότερες από όλες.
- Σε αυτή την ποικιλία φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης ραγών με βοτρύτη και εγκαύματα παρουσιάζεται στις μεταχειρίσεις με το βιοδιεγέρτη, όμως εμφανίζει μικρότερο ποσοστό εμφάνισης στις αφυδατωμένες ράγες.
- Την περιεκτικότητα σε σάκχαρα με την υψηλότερη τιμή την είχαν οι αψέκαστες μεταχειρίσεις, όπως και την ενεργό οξύτητα κατά την πλειοψηφία. Για την ολική οξύτητα ισχύει το ακριβώς αντίθετο.
- Στο φλοιό της ράγας των μεταχειρίσεων με το βιοδιεγέρτη, οι ανθοκυάνες και οι πολυφαινόλες είναι σε μεγάλη συσσώρευση συγκριτικά με τις αντίστοιχες όπου δεν έχει γίνει εφαρμογή.
- Εν κατακλείδι, όλα τα πρέμνα απ' όλες τις μεταχειρίσεις βρίσκονται σε ισορροπία μεταξύ της βλαστικής ανάπτυξης και της παραγωγής.

Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα, η διαφυλλική εφαρμογή του βιοδιεγέρτη με τους αδρανοποιημένους ζυμομύκητες στις οινοποιήσιμες ποικιλίες Ασύρτικο και Αγιωργίτικο έφερε πολύ καλά αποτελέσματα για τη φυσιολογία και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Ωστόσο, δημιουργήθηκαν αρκετές διαφοροποιήσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά ανά ποικιλία, τα οποία άλλοτε ήταν θετικά και άλλοτε

αρνητικά. Γι' αυτό παίζει σημαντικό ρόλο η ποικιλία για το πόσο αποτελεσματική θα είναι η δράση του βιοδιεγέρτη. Βέβαια, απαιτείται περαιτέρω μελέτη για την επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής του βιοδιεγέρτη με αδρανοποιημένους ζυμομύκητες στις ποικιλίες Ασύρτικο και Αγιωργίτικο, καθώς η παρούσα εργασία παρουσιάζει αποτελέσματα και συμπεράσματα από μία μόνο καλλιεργητική περίοδο.

Κεφάλαιο 6ο

6.1 Βιβλιογραφία

6.1.1 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Brady N.C. and Weil R.R., 2011. εδαφολογία - η φύση και οι ιδιότητες των εδαφών. Εκδόσεις Έμβρυο, Αιγάλεω
- Καραμπουρνιώτης Γ., Λιακόπουλος Γ. και Νικολόπουλος Δ., 2012. Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών-Οι Λειτουργίες των Φυτών κάτω από Αντίξοες Συνθήκες Περιβάλλοντος. Εκδόσεις Έμβρυο, Αιγάλεω
- Κόγκου Χ.Σ., 2014. Επίδραση άρδευσης και διαφυλλικής λίπανσης με απενεργοποιημένους ζυμομύκητες στη χημική σύσταση δειγμάτων σταφυλιών και οίνων *Vitis vinifera* L. cv. Αγιωργίτικο. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- Μπιλάλης Δ., Παπαστυλιανού Π.-Θ. και Τραυλός Η.Σ., 2019. ΓΕΩΡΓΙΑ-ΦΥΤΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ. Εκδόσεις Πεδίο, Αθήνα
- Παπαμιχαήλ Δ.Μ. και Μπαμπατζιμόπουλος Χ.Σ., 2018. Εφαρμοσμένη ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη
- Σουφλερός Ε.Η., 2015. Οινολογία-Επιστήμη και Τεχνογνωσία. Εκδόσεις Τσιαρτσιάνης, Θεσσαλονίκη
- Σταυρακάκης Μ.Ν., 2019. Αμπελουργία. Εκδόσεις Έμβρυο, Αιγάλεω
- Σταύρακας Δ.Ε., 2015. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη
- Τσαγγαράτος Π.Γ., 2020. ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΚΛΩΝΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

6.1.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Alatzas A., Theocharis S., Miliordos D.-E., Leontaridou K., Kanellis A.K., Kotseridis Y., Hatzopoulos P. And Koundouras S., 2021. The Effect of Water Deficit on Two Greek Vitis vinifera L. Cultivars: Physiology, Grape Composition and Gene Expression during Berry Development. Plants, 10: 1947
- Amato D., Montanaro G., Summerer S., Briglia A., Attia F., Challet E. and Nuzzo V., 2020. The effects of calcite silicon-mediated particle film

application on leaf temperature and grape composition of Merlot (*Vitis vinifera* L.) vines under different irrigation conditions. OENO One, 4: 1007-1020

- Anastasiadi M., Pratsinis H., Kletsas D., Skaltsounis A. and Haroutounian S.A., 2010. Bioactive non-coloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: Evaluation of the antioxidant activities of their extracts. Food Research International, 43:805-813
- Baeza P., Junquera P., Peiro E., Lissarague JR., Uriarte D. and Vilanova M., 2019. Effects of Vine Water Status on Yield Components, Vegetative Response and Must and Wine Composition. Licensee IntechOpen.
- Baillod M. and Baggiolini M., 1993. Les stades de la vigne, Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hort. 1 :7-9
- Briglia N., Williams K., Wu D., Li Y., Tao S., Corke F., Montanaro G., Petrozza A., Amato D., Cellini F., Doonan J.H., Yang W. and Nuzzo V., 2020. Image-Based Assessment of Drought Response in Grapevines. Frontiers in Plant Science, Volume 11
- Gambetta G.A., Herrera J., Dayer S., Feng Q., Hochberg U. and Castellarin S.D., 2020. The physiology of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance. Journal of Experimental Botany, 71:4658-4676
- Gago P., Conejero G., Martinez M.C., This P., and Verdeil J.L., 2019. Comparative Anatomy and Morphology of the Leaves of Grenache Noir and Syrah Grapevine Cultivars. South African Society for Enology and Viticulture, Vol. 40, No.2
- Giacosa S., Ossola C., Botto R., Segade S., Paissoni M., Pollon M., Gerbi V. and Rolle L., 2019. Impact of specific inactive dry yeast application on grape skin mechanical properties, phenolic compounds extractability, and wine composition. Food Research International, 116:1084-1093
- Gomez-del-Campo M., Ruiz C. and Lissarrague J.R., 2002. Effect of Water Stress on Leaf Area Development, Photosynthesis, and Productivity in Chardonnay and Airén Grapevines. American Society for Enology and Viticulture, 53:2
- Gougoulias N., Vagelas I., Giurgiulescu L., Ntalla M.-N., Nterkou P., Salonikioti A., Efthimiou S. and Sugar I.-R., 2018. Comparative Study On

Polyphenols Content And Antioxidant Effect Of Some Grape Varieties Grown In Central Greece. Carpathian Journal Of Food Science And Technology, 10(1), 141-149

- Greer D.H. and Weedon M.M., 2013. The impact of high temperatures on Vitis vinifera cv. Semillon grapevine performance and berry ripening. Frontiers in Plant Science, 4:491
- Hailemichael G., Catalina A., González M.R. and Martin P., 2016. Relationships between Water Status, Leaf Chlorophyll Content and Photosynthetic Performance in Tempranillo Vineyards. S. Afr. J. Enol. Vitic., Vol. 37, No. 2
- Hatfield J.L. and Dold C., 2019. Water-Use Efficiency: Advances and Challenges in a Changing Climate. Frontiers in Plant Science, 10:103
- Jardin P., 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196:3-14
- Kauffman G.L., Kneivel D.P. and Watschke T.L., 2007. Effects of a Biostimulant on the Heat Tolerance Associated with Photosynthetic Capacity, Membrane Thermostability, and Polyphenol Production of Perennial Ryegrass. Crop Science Society of America, 47:261-267
- Kliewer W.M. and Dokoozlian N.K. 2005. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. American Journal of Enology and Viticulture, 56, 170-181
- Kogkou C., Chorti E., Kyraleou M., Kallithraka S., Koundouras S., Logan G., Kanakis I., and Kotseridis Y., 2017. Effects of foliar application of inactivated yeast on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Agiorgitiko grapes under different irrigation levels. International Journal of Wine Research, 9:23-33
- MacMillan P.A.D., 2021. The role of grapevine morphology and anatomical traits in determining capacity for coping with climate change. ISA. Lisboa, p.57
- Medrano H., Pou A., Thomàs M., Martorell S., Escalona J.M., Gulias J. and Flexas J., 2010. Improving Water Use Efficiency in Grapevines: Agronomic and Biotechnological Approaches. Proceedings of the XXVIII International

Horticultural Congress on Science and Horticulture for People. Lisbon, Portogal, pp. 97-107

- Moreno D., Alarcón M., Uriarte D., Mancha L.A. and Valdés M., 2022. Vine Irrigation through Two Shoot Densities in Flavonoid and Non-Flavonoid Compounds in 'Tempranillo' Grapes. Plants, 11:1378
- Ough C.S. and Amerine M.A. 1980. Grape pigments. In Methods for Analysis of Musts and Wines. Wiley & Sons. New York, pp. 206-212.
- Palliotti, A., Silvestroni, O., Petoumenou, D., Vignaroli, S. and Berrios, J.G., 2008. Evaluation of low-energy demand adaptive mechanisms in Sangiovese grapevine during drought. Journal international des sciences de la vigne et du vin., Vol. 42 No. 1
- Parapouli M., Vasileiadis A., Afendra A. and Hatziloukas E., 2020. *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. AIMS Microbiology, 6:1-31
- Patakas A., Kofidis G. and Bosabalidis A.M., 2002. The relationships between CO2 transfer mesophyll resistance and photosynthetic efficiency in grapevine cultivars. Scientia Horticulturae, 97:255–263
- Petoumenou D.G., Biniari K., Xyrafis E., Mavronasios D., Daskalakis I. and Palliotti A. 2019. Effects of Natural Hail on the Growth, Physiological Characteristics, Yield, and Quality of *Vitis vinifera* L. cv. Thompson Seedless under Mediterranean Growing Conditions. *Agronomy*, 9(4):197
- Ramos M.C. and Martinez de Toda F., 2020. Variability in the Potential Effects of Climate Change on Phenology and on Grape Composition of Tempranillo in Three Zones of the Rioja DOCa (Spain). European Journal of Agronomy.
- Rogiers S.Y., Hardie W.J. and Smith J.P., 2011. Stomatal density of grapevine leaves (*Vitis vinifera* L.) responds to soil temperature and atmospheric carbon dioxide. Australian Journal of Grape and Wine Research, Volume 17, 2:147 - 152
- Simonneau T., Lebon E., Coupel-Ledru A., Marguerit E., Rossdeutsch L. and Ollat N., 2017. Adapting plant material to face water stress in vineyards: which physiological targets for an optimal control of plant water status? OENO One, 51:167-179
- Simpson G.M., 1981. Water stress in plants. Praeger. New York, pp.324

- Singleton V. L. and Esau P. (1969). Phenolic Substances in Grapes and Wine and Their Significance. In: V.L. Singleton and P.Esau (Editors), Advances in Food Research, London.
- 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
- Smart R.E. and Robinson S.M., 1991. Sunlight into wine. Winetitles: Adelaide, Australia
- Šuklje K., Antalick G., Buica A., Coetzee Z.A., Brand J., Schmidtke L.M. and Vivier M.A., 2016. Inactive dry yeast application on grapes modify Sauvignon Blanc wine aroma. Food Chemistry, 197:1073-1084
- Zhang X. and Schmidt R. E., 2000. Hormone-Containing Products' Impact on Antioxidant Status of Tall Fescue and Creeping Bentgrass Subjected to Drought. Crop Science Society of America, 40:1209-1519

6.1.3 Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

- European Biostimulants Industry Council (EBIC), 2021. Plant biostimulants contribute to climate-smart agriculture. https://biostimulants.eu/issue/plant-biostimulants-contribute-to-climate-smart-agriculture/ (Πρόσβαση στις 26 Απριλίου 2023)
- International Organisation of Vine and Wine (OIV), 2022. Severe drought and extreme heat pose a new threat to wine production. https://www.oiv.int/press/severe-drought-and-extreme-heat-pose-new-threat-wine-production (Πρόσβαση στις 13 Απριλίου 2023)
- World Resources Institute, 2013. [Εικόνα από το διαδίκτυο]. https://resourcewatch.org/dashboards/water?fbclid=IwAR1-cxWpmzUlCtuB8nzNVGXrVoTQ3D3IcJ7FY0p82t5XB1MvJJmMo8oBqIQ (Πρόσβαση 13 Απριλίου 2023)