

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΗ ΑΠΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ BLACK MAGIC

ΚΟΡΔΑ ΕΛΕΝΗ
A.M. 02458

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Δέσποινα Πετούμενου
Βόλος, 2024

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΗ ΑΠΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ BLACK MAGIC

ΚΟΡΔΑ ΕΛΕΝΗ

A.M. 02458

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Δέσποινα Γ. Πετούμενου, Επίκουρος Καθηγήτρια, (Επιβλέπουσα)

Νικόλαος Τσιρόπουλος, Καθηγητής (Μέλος)

Ανέστης Καρκάνης Αναπληρωτής Καθηγητής, (Μέλος)

Βόλος, 2024

**UNIVERSITY OF THESSALY SCHOOL OF AGRICULTURAL
SCIENCES**
**DEPARTMENT OF AGRICULTURAL CROP PRODUCTION AND
RURAL ENVIRONMENT**
LABATORY OF POMOLOGY

UNDERGRADUATE THESIS
**USE OF SEAWEED-BASED BIOSTIMULANT ON TABLE GRAPE
CULTIVAR BLACK MAGIC**
LABORATORY OF VITICULTURE
ELENI KORDA

Examination Committee:

Despoina G. Petoumenou, Assistant Professor (supervisor)

Nikolaos Tsiropoulos, Professor

Anestis Karkanis, Associate Professor

Volos, 2024

«Βεβαιώνω ότι εγώ, η Ελένη Κόρδα είμαι η συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας,
η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ»

Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της πτυχιακής μου διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Πετούμενου Δέσποινα, Επίκουρη Καθηγήτρια και Διευθύντρια του Εργαστηρίου Αμπελουργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ως επιβλέπουσα καθηγήτρια, μου μεταλαμπάδευσε γνώσεις, μου παρείχε συμβουλές και εφόδια για να διεκπεραιωθώ με επιτυχία η μελέτη, τόσο στο πειραματικό κομμάτι όσο και κατά την συγγραφής της διατριβής. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα και το Εργαστήριο Αμπελουργίας, για την παραχώρηση του τεχνολογικού εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων δείχνοντας μου απόλυτη εμπιστοσύνη.

Ακολούθως, θα ήθελα να ευχαριστήσω το εργαστήριο Ζιζανιολογίας, του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την παραχώρηση του εξοπλισμού και διεξαγωγή μέρους των εργαστηριακών μετρήσεων.

Ευχαριστώ επίσης, τον υπεύθυνο του πειραματικού αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Σουίπα Σπύρο, καθώς και τους κ. Χαραχούσο-Πατσίκα Θεόδωρο και κα. Μαξούρη Μαρία. για την πολύτιμη βοήθεια κατά την διάρκεια του πειράματος.

Περίληψη

Αντικείμενο μελέτης της παρακάτω εργασίας που εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Αμπελουργίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά το έτος 2023-2024, ήταν η διαφυλλική εφαρμογή βιοδιεγέρτη από εκχύλισμα φυκών με στόχο τη βελτίωση των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της επιτραπέζιας ποικιλίας Black Magic, με έμφαση στο χρωματισμό των ραγών της.

Για την διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκαν δέκα αντιπροσωπευτικά πρέμνα και πραγματοποιήθηκαν δυο επεμβάσεις: σε πέντε πρέμνα εφαρμόστηκε βιοδιεγέρτης από εκχυλίσματα φυκών του είδους *Laminaria digitata* και *Ascophyllum nodosum*, ενώ τα υπόλοιπα πέντε πρέμνα αποτέλεσαν τον μάρτυρα. Συνολικά εφαρμόστηκαν τρεις διαφυλλικοί ψεκασμοί στα φαινολογικά στάδια της ράγας με μέγεθος μπιζελιού, στο κλείσιμο της σταφυλής και στην έναρξη του περκασμού. Από την έναρξη του περκασμού και έως τον τρυγητό πραγματοποιήθηκαν, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, δειγματοληψίες για τον προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών του γλεύκους (σάκχαρα, ολική οξύτητα, pH) και την πορεία της αύξησης του βάρους των ραγών. Πραγματοποιήθηκαν επίσης μετρήσεις που αφορούσαν στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων, ενώ στον τρυγητό προσδιορίστηκαν τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε η θετική επίδραση του βιοδιεγέρτη σε ορισμένες παραμέτρους. Συγκεκριμένα, καταγράφηκε βελτίωση στο χρώμα του φλοιού της ράγας των ψεκασμένων σταφυλών, με τη συγκέντρωση των ανθοκυανινών να είναι σημαντικά υψηλότερη έναντι του μάρτυρα (+46,4%). Η φωτοσυνθετική ικανότητα (+75,2%), το μήκος και βάρος της σταφυλής (+16% και +23,2% αντίστοιχα), το βάρος της ράγας (+11,4%), το μήκος της (+12,13%), το πλάτος της (+19,17%), και η δύναμη πρόσφυσης του ποδίσκου της ράγας στην μεταχείριση του βιοδιεγέρτη συγκέντρωσε τις μεγαλύτερες τιμές (+23,3%), ενώ μειώθηκε η θερμοκρασία των φύλλων των ψεκασμένων πρέμνων (-9,7%) έναντι του μάρτυρα.

Λέξεις κλειδιά: Black Magic, βιοδιεγέρτες, εκχυλίσματα φυκών, θερμοκρασία φύλλου, χρώμα ράγας.

Abstract

The subject of the present study, conducted at the Laboratory of Viticulture of the Department of Crop Production and Rural Environment at the University of Thessaly during the 2023-2024 academic year, was the foliar application of a biostimulant derived from seaweed extracts, aiming to improve the qualitative and quantitative characteristics of the table grape variety Black Magic, with a particular focus on berry coloration.

To conduct the experiment, ten representative vines were selected and two treatments were applied: five vines were sprayed with a biostimulant based on *Laminaria digitate* and *Ascophyllum nodosum* seaweed extracts and the remaining five vines were used as a control. A total of three foliar sprays were applied during the phenological stages of pea-sized berries, cluster closure, and the onset of veraison. From veraison and until harvest, samples were taken at regular intervals to determine the quality characteristics of the must (sugars, total acidity, pH) and the course and the course of the increase in berry weight. The photosynthetic activity of the leaves was also measured and the quantitative and qualitative characteristics of the grapevine production were determined. The results demonstrated the positive effect of the biostimulant on some parameters. In particular, an improvement in the berry skin of the sprayed grapes was recorded, with the concentration of anthocyanins being significantly higher compared to the control (+46.4%). Photosynthetic capacity (+75.2%), grape length and weight (+16% and +23.2% respectively), berry weight (+11.4%), berry length (+12.13%), berry width (+19.17%), and pedicel force detachment in the treatment of the biostimulant (+23,3%) presented the highest percentages compared to the control, while leaf temperature of the sprayed vines was decreased (-9,7%).

Keywords: Black Magic, table grape variety, biostimulants, algae extracts, leaf temperature, berry skin color.

Πίνακας περιεχομένων

1 Εισαγωγή	1
1.1 Ιστορική ανασκόπηση	1
1.2 Ταξινόμηση αμπέλου.....	2
1.3 Στατιστικά στοιχεία παραγωγής σταφυλών	2
1.4 Βιοδιεγέρτες-Ορισμός.....	5
1.4.1 Σύσταση βιοδιεγερτών.....	7
1.4.2 Κατηγορίες βιοδιεγερτών	7
1.4.3 Εκχυλίσματα φυκών	8
1.4.4 Μηχανισμοί δράσης.....	9
1.5 Προοπτικές στη χρήση βιοδιεγερτών	10
1.6 Σκοπός της εργασίας	11
2 Υλικά και μέθοδοι.....	12
2.1 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	12
2.2 Στοιχεία του αμπελώνα	12
2.3 Η ποικιλία Black Magic	12
2.3.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά.....	13
2.4 Εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στον αμπελώνα κατά την υλοποίηση του πειράματος.....	14
2.5 Επεμβάσεις.....	16
2.6 Μετρήσεις για τον προσδιορισμό της φυλλικής επιφάνειας.....	19
2.7 Θερμοκρασία φύλλων	20
2.8 Ρυθμός φωτοσύνθεσης	21
2.9 Δειγματοληψία για εργαστηριακές μετρήσεις κατά την πορεία ωρίμανσης.....	21
2.9.1 Βάρος 50 ραγών (g).....	21
2.9.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας του γλεύκους σε ολικά διαλυτά στερεά (°Brix)	22
2.9.3 Προσδιορισμός της ολικής οξύτητας (%) του γλεύκους	22
2.9.4 Προσδιορισμός του pH του γλεύκους	23
2.10 Τρυγητός	24
2.10.1 Μετρήσεις επί του Πειραματικού Αμπελώνα.....	24
2.10.2 Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Αμπελουργίας.....	24
2.10.3 Μετρήσεις που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά της ράγας	25
2.10.4 Παραλαβή και προσδιορισμός της σύστασης του γλεύκους	26
2.10.5 Προσδιορισμός των ολικών ανθοκυανινών και των ολικών φαινολικών ενώσεων.....	26

2.11 Γευσιγνωσία	27
2.12 Στατιστική ανάλυση	27
4. Αποτελέσματα και συζήτηση	28
4.1 Ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων	28
4.2 Αποτελέσματα δειγματοληψιών κατά την ωρίμανση και τον τρυγητό	29
4.2.1 Σύγκριση σημειακών θερμοκρασιών μεταξύ των μεταχειρίσεων της ποικιλίας Black Magic	29
4.2.2 Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων	30
4.2.3 Μεταβολή του βάρους των ραγών κατά την ωρίμανση	31
4.2.4 Μεταβολή των διαλυτών στερεών συστατικών (°Brix) κατά την ωρίμανση	32
4.2.5 Μεταβολή της ολικής οξύτητας κατά την ωρίμανση	33
4.3 Αποτελέσματα Τρυγητού	33
4.3.1 Βάρος και μήκος σταφυλής	33
4.3.2 Βάρος βόστρυχου και πυκνότητα σταφυλής	34
4.3.3 pH γλεύκους	35
4.3.4 Δύναμη πρόσφυσης του ποδίσκου της ράγας	35
4.3.5 Περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες και ολικές φαινόλες	36
4.3.6 Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των ραγών	37
4.3.7 Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας	39
4.4 Γευσιγνωσία	40
5. Συμπεράσματα	43
6.Βιβλιογραφία	44

1 Εισαγωγή

1.1 Ιστορική ανασκόπηση

Η ιστορία της αμπέλου, σύμφωνα με τους παλαιοντολόγους, αρχίζει στο πρώτο μισό του Καινοζωικού αιώνα, πολύ πιο πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου. Τα αμπέλια πριν την εποχή των παγετών μπορούσαν να ευδοκιμήσουν και σε θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στις σημερινές πολικές περιοχές. Έπειτα περιορίστηκαν στις περιοχές του Καύκασου, της Μεσοποταμίας και της αρχαίας Αίγυπτου που αποτέλεσαν και τους ακρογωνιαίους λίθους της καταγωγής της αμπέλου, λόγω του ευνοϊκότερου κλίματος κατάλληλο για την ανάπτυξη της (Verriano, 2010).

Η πρώτη εμφάνιση της αμπελοκαλλιέργειας στην Ελλάδα έγινε το 4.000 π.Χ. και διαδόθηκε πολύ γρήγορα σε όλη την επικράτειά της. Αυτό αποδεικνύεται από το πλήθος νομισμάτων που απεικονίζουν σταφύλια στη μια όψη και τον θεό του κρασιού, Διόνυσο στην άλλη. Το κρασί και τα σταφύλια μέσω αποφθεγμάτων φαίνεται να συνδεόταν άρρηκτα με την ζωή και την καθημερινότητα των Ελλήνων, στις δουλειές, στα γλέντια στα συμπόσιά τους και κατά τον τρύγο (Νικολάου, 2012).

“Η λέξη κρασί προέρχεται από τη λέξη κράσις δηλαδή ανάμειξη ή συνένωση του οίνου με το νερό. Αντίστοιχα, η λέξη κράσις προέρχεται από το ρήμα κεράννυμι= αναμειγνύω και αντίστοιχα η λέξη κρατήρ αποτελούσε το σκεύος στο οποίο γινόταν η ανάμειξη του κρασιού με το νερό” (Renfrew, 2002).

Κατά την χρονική περίοδο 1821-1860, τα προϊόντα της αμπέλου και συγκεκριμένα η κορινθιακή σταφίδα αποτελούσαν μέσο συναλλαγής, καθώς την εξήγαγαν με αντάλλαγμα την εισαγωγή του πιο σημαντικού αγαθού, των σιτηρών. Από αυτό γίνεται αντιληπτή η βαρύτητα της σταφίδας από την αρχή της Τουρκοκρατίας μέχρι το τέλος του '60. Το 1858 στην Πάτρα και στην Κεφαλλονιά ιδρύθηκαν οι πρώτες ελληνικές οινοβιομηχανίες (Τσακίρης, 1995). Η στρεμματική έκταση που κάλυπταν τότε οι αμπελώνες, ανέρχονταν στις 154.000 και αποτελούσαν το 21.4%, κατείχαν δηλαδή τον πρωτεύοντα ρόλο στην οικονομία της γεωργίας.

Από το 1860 μέχρι το 1911 παρατηρείται ο διπλασιασμός στην καλλιέργεια της αμπέλου όπως και η παραγωγή της σταφιδαμπέλου που τετραπλασιάζεται. Αυτό οφείλεται στην προσάρτηση των νησιών του Ιονίου και της Θεσσαλίας το οποίο και συνεπάγεται την επέκταση της καλλιέργειας της αμπέλου.

Ωστόσο ένα γεγονός που πυροδότησε την μεγαλύτερη εξαγωγή που γνώρισε ο Ελλαδικός χώρος ήταν η εμφάνιση της φυλλοξήρας στην Γαλλία με απότοκο να χαθούν μεγάλες στρεμματικές εκτάσεις και να αποζητούν βοήθεια από τις ελληνικές παραγωγές. Όπως ήταν αναμενόμενο ωστόσο, η φυλλοξήρα εξαπλώθηκε γρήγορα και έφτασε μέχρι την Ελλάδα προκαλώντας ανεπανόρθωτες ζημιές. Εκμηδενίστηκε η αμπελουργία στα περισσότερα γεωγραφικά διαμερίσματα όπως στην Μακεδονία και την Ήπειρο με το μεγαλύτερο πλήγμα να εντοπίζεται στην Πελοπόννησο και την Στερεά Ελλάδα, οι οποίες και κυριαρχούσαν στην αμπελουργική και οινολογική παραγωγή εκείνη την εποχή (Τσακίρης, 1995).

Σύμφωνα με τα τελευταία στατιστικά στοιχεία του ΥΠΑΑΤ οι στρεμματικές εκτάσεις των οινοποιήσιμων ποικιλιών στον ελλαδικό χώρο το 2022 ανέρχονταν στα 640.206 στρέμματα με μια μικρή αύξηση σε σχέση με το 2021 της τάξης του 0,51%.

1.2 Ταξινόμηση αμπέλου

Η άμπελος είναι αναρριχώμενο φυτό που κατατάσσεται στην τάξη των θαμνώδων (*Ramnales*) με την υποστύλωσή του να κρίνεται αναγκαία στις περισσότερες ποικιλίες με φυσικό ή ακόμα και τεχνητό τρόπο για την ορθή ανάπτυξη του. Στην οικογένεια *Vitaceae* συγκεκριμένα εντάσσονται πάνω από 1000 είδη με το είδος *Vitis vinifera* να κυριαρχεί.

Τάξη.....***RAMNALES*** (θαμνώδη)

Οικογένεια.....***VITACEAE***

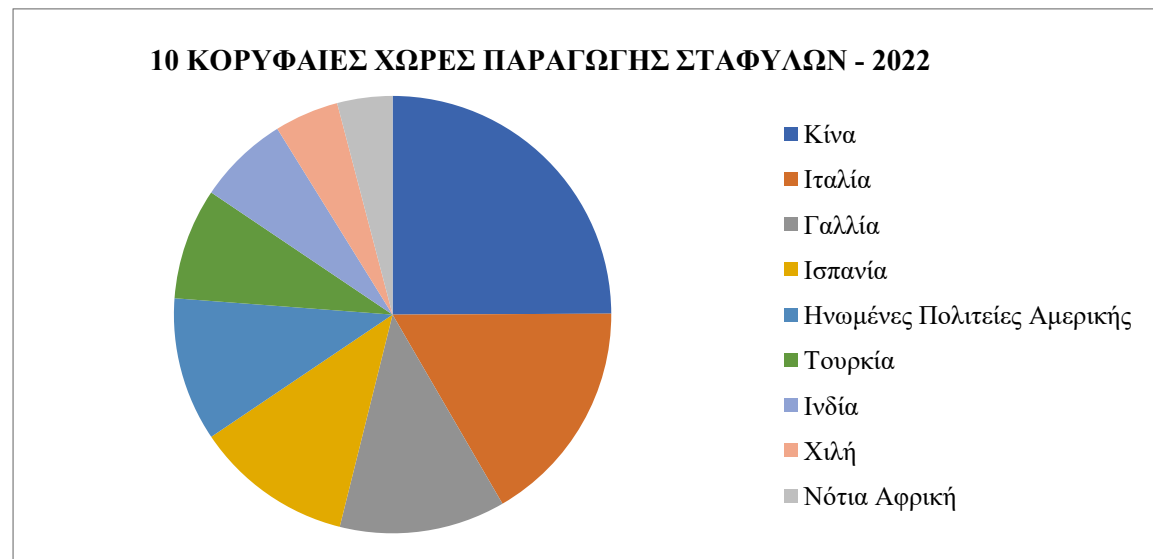
Γένος.....***Vitis***

Είδος.....***vinifera***

1.3 Στατιστικά στοιχεία παραγωγής σταφυλών

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) είχε 3,2 εκατομμύρια εκτάρια αμπέλου το 2020, που ισοδυναμεί με περίπου το 45% των αμπελουργικών περιοχών του κόσμου. Οι διαρθρωτικές στατιστικές για τους αμπελώνες είναι ένα εργαλείο για την παρακολούθηση της αγοράς για το κρασί και άλλα προϊόντα με βάση το σταφύλι και συλλέγονται κάθε πέντε χρόνια (Hannah *et al.*, 2013). Η παρουσίαση των δεδομένων αναφέρεται στην έκταση των αμπελώνων, στον αριθμό των αμπελουργικών

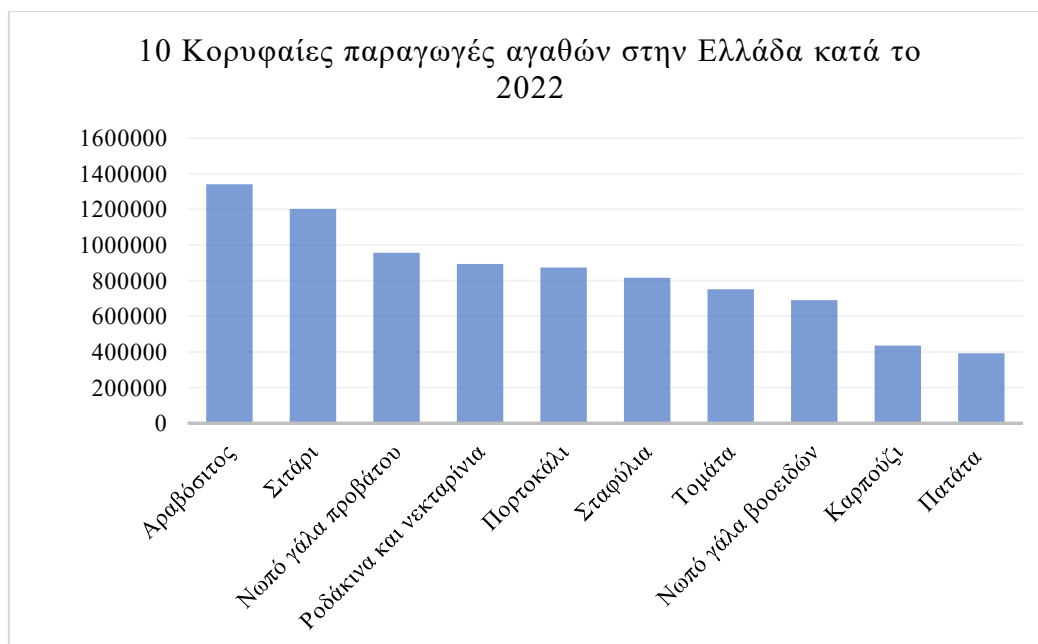
εκμεταλλεύσεων καθώς και στο μέγεθος των αμπελοκαλλιιεργειών, στις κύριες ποικιλίες και στην ηλικία των αμπελιών (Fraga *et al.*, 2012).



Διάγραμμα 1. Οι 10 κορυφαίες χώρες σε παραγωγή σταφυλών κατά το έτος 2022 (ΥΠΑΑΤ, 2016).

Η χώρα που κρατάει τα ηνία στην παραγωγή σταφυλιών τα τελευταία 10 χρόνια είναι η Κίνα με όλο και πιο υποσχόμενο δυναμικό. Ακολουθούν η Ιταλία, η Γαλλία και η Ισπανία με σχεδόν ισόποση και εξίσου σημαντική συμβολή στην ιστορία του άμπελοοινικού τομέα.

Ειδικότερα, η Ελλάδα από το 1961 μέχρι και το 2021 βρισκόταν πάντα εντός των πρώτων 20 χωρών σε παγκόσμιο επίπεδο παραγωγής σταφυλιών. Ωστόσο, το 2022 ήταν η πρώτη χρονιά όπου δεν εντάχθηκε, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται σε λανθασμένους χειρισμούς και ελλιπής φυτοπροστασία των παραγωγών στις εκτάσεις των αμπελώνων.

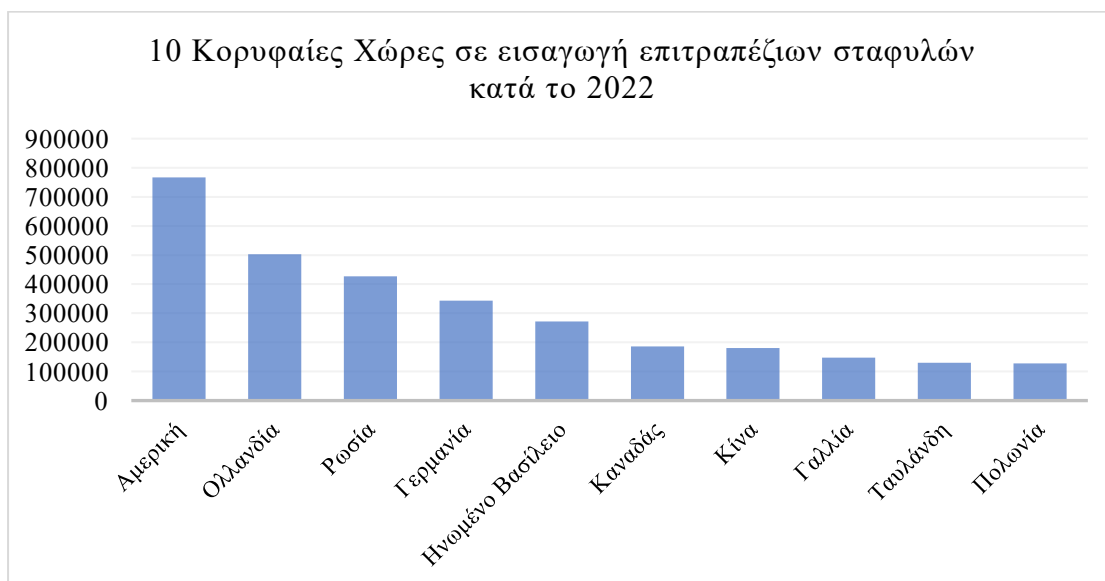


Διάγραμμα 2. Τα 10 κορυφαία σε παραγωγή αγαθά στην Ελλάδα κατά το έτος 2022 (FAOSTAT, 2016).

Σύμφωνα με τις τελευταίες μελέτες του FAOSTAT για το έτος 2022, στον ελλαδικό χώρο η παραγωγή σταφυλιών ανέρχεται στην 6^η θέση ενώ στο χρονικό διάστημα 2012-2022 παρατηρήθηκε μια αύξηση της τάξης του 23,4%. Κύριες χώρες εξαγωγής σταφυλιών είναι η Χιλή, το Περού και η Ιταλία ενώ αντιθέτως η Αμερική, η Ολλανδία και η Ρωσία είναι αυτές που εισάγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες σταφυλιών παγκοσμίως όπως παρουσιάζεται στα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 3. Οι 10 κορυφαίες χώρες σε εξαγωγή σταφυλών κατά το 2022 (FAOSTAT, 2016).



Διάγραμμα 4. Οι 10 κορυφαίες χώρες σε εισαγωγή σταφυλιών κατά το έτος 2022 (FAOSTAT 2016).

1.4 Βιοδιεγέρτες-Ορισμός

Οι τελευταίες δύο δεκαετίες, συνοδεύονται από απρόβλεπτες κλιματολογικές συνθήκες και αύξηση της θερμοκρασίας, κυρίως κατά την καλοκαιρινή περίοδο, επηρεάζοντας έντονα το δυναμικό ωρίμανσης αμέτρητων φυτών (Jones, 2000, Tomasi *et al.*, 2011, Keller, 2020). Οι αμπελουργικές περιοχές εντείνουν τις προσπάθειές τους για να προστατεύσουν τους αμπελώνες τους χρησιμοποιώντας βιοδιεγέρτες, διαδραματίζοντας έναν καταλυτικό ρόλο στην αειφορική ανάπτυξη των αμπελουργικών εκμεταλλεύσεων, ενώ αμβλύνουν ταυτόχρονα τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Sabir *et al.*, 2014, Frioni *et al.*, 2018).

Οι εποχιακές διακυμάνσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων, σε συνδυασμό με τις βιοτικές και αβιοτικές (ελάχιστες και μη ομοιόμορφα κατανομημένες βροχοπτώσεις στη διάρκεια του έτους, υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του θέρους, κ.α.) καταπονήσεις επιδρούν στην απόδοση και ποιότητα των σταφυλιών (Adhikari *et al.*, 2019). Γεωργικές τεχνικές όπως η ορθή χρήση νερού και η αξιοποίηση γενετικά τροποποιημένου υλικού και υποκειμένων, συμπεριλαμβανομένης της μετανάστευσης αμπελώνων προς μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, θα μπορούσε να μειώσει τις δυσμενείς επιπτώσεις των περιβαλλοντικών πιέσεων και να αυξήσει την αντοχή και την ανθεκτικότητα της καλλιέργειας. Ωστόσο, αυτές οι τεχνικές είναι ιδιαίτερα

δαπανηρές και απαιτούν συνολική αλλαγή και επαναπροσδιορισμό των αμπελουργικών εκμεταλλεύσεων.

Σήμερα, οι καλλιεργητές στρέφουν το ενδιαφέρον τους για τη διατήρηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των σταφυλών στη χρήση βιοδιεγερτών για την ενίσχυση της μεταβολικής δραστηριότητας και την ρύθμιση της ανάπτυξης κατά τα βλαστικά και αναπαραγωγικά στάδια της αμπέλου.

Η ζήτηση και εφαρμογή αυτών των προϊόντων φαίνεται να αυξάνεται σταθερά. Χρησιμοποιώντας τα στον κλάδο της γεωργίας προάγεται η παραγωγικότητα και ποιότητα, όπως επίσης και η αύξηση της ανθεκτικότητας των φυτών σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις (Crioli *et al.*, 2015). Η εφαρμογή βιοδιεγερτών φαίνεται να αποτελεί ένα καινοτόμο, και βιώσιμο εργαλείο για την μείωση των αρνητικών επιπτώσεων που προκαλούνται κυρίως από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες σε παραδοσιακές αμπελουργικές περιοχές. Η χρήση τους στο αμπέλι είναι ένα από τα πιο σημαντικά εφόδια των οινοπαραγωγών, ώστε να μειωθεί η χρήση των χημικών ουσιών που επηρεάζουν αρνητικά την υγεία των φυτών και του ανθρώπου.

Ο όρος "βιοδιεγέρτης" χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε μια μελέτη του 1997 με στόχο να υποδείξει τα οφέλη των βιολογικών προϊόντων που εφαρμόστηκαν σε χαμηλές δόσεις και ευνοούσαν την ανάπτυξη των φυτών (Zhang, 1997).

Ο πιο πρόσφατος ορισμός που αποδόθηκε σύμφωνα με τον νέο Κανονισμό της ΕΕ (2019/1009) αναφέρει ως βιοδιεγερτικές ουσίες τα «προϊόντα λίπανσης, των οποίων η λειτουργία είναι να διεγείρουν τις διαδικασίες θρέψης των φυτών, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητα του προϊόντος σε θρεπτικά συστατικά. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η βελτίωση των ειδικών χαρακτηριστικών του φυτού ή της ριζόσφαιράς του» (Ricci *et al.*, 2019). Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, τα φυτικά βιοδιεγερτικά έχουν σχεδιαστεί για βελτίωση ενός ή περισσότερων από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά τους ή της ριζόσφαιρας τους:

- i) Απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών: Αυτό συμβάλλει στην καλύτερη απορρόφηση και αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών από το φυτό.
- ii) Ανθεκτικότητα σε αβιοτικές καταπονήσεις: Οι βιοδιεγέρτες βοηθούν τα φυτά να ανέχονται καλύτερα σε στρεσογόνους παράγοντες όπως ξηρασία, ακραίες θερμοκρασίες και άλλες δυσμενείς συνθήκες (Calvo *et al.*, 2014).

iii) Ποιοτικά χαρακτηριστικά: Μπορούν να επηρεάσουν θετικά την ποιότητα των αγροτικών προϊόντων, όπως π.χ. γεύση, εμφάνιση και συντηρησιμότητα τους.

iv) Διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών που συγκρατούνται στο έδαφος ή στη ριζόσφαιρα: Αυτή η πτυχή είναι ζωτικής σημασίας για να εξασφαλιστεί η επαρκής παροχή θρεπτικών συστατικών στα φυτά.

1.4.1 Σύσταση βιοδιεγερτών

Οι βιοδιεγέρτες απαρτίζονται από απλά μόρια ή πιο πολύπλοκες ουσίες που θα μπορούσαν να βοηθήσουν το φυτό να αντιμετωπίσει τις βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις. Έχει διαπιστωθεί πως τα βιοδιεγερτικά σκευάσματα βελτιώνουν την ανθεκτικότητα στο στρες, αυξάνοντας παράλληλα τη φωτοσύνθεση των φυτών (El Borray *et al.*, 2007). Ένας μεγάλος αριθμός οργανικών και ανόργανων συστατικών εντοπίζεται στα κυτταρικά τοιχώματα των φυκών, από τα οποία οι πολυσακχαρίτες έχουν έντονες και αξιοσημείωτες βιολογικές δραστηριότητες.

Περιλαμβάνουν έναν ευρύ τύπο σκευασμάτων, συμπεριλαμβανομένων βιοδιεγερτών με βάση το χουμικό και το φουλβικό οξύ, υδρολύματα πρωτεϊνών και άλλες ενώσεις που περιέχουν N, εκχυλίσματα φυκών, ωφέλιμους μύκητες και βακτήρια (Sharma *et al.*, 2014).

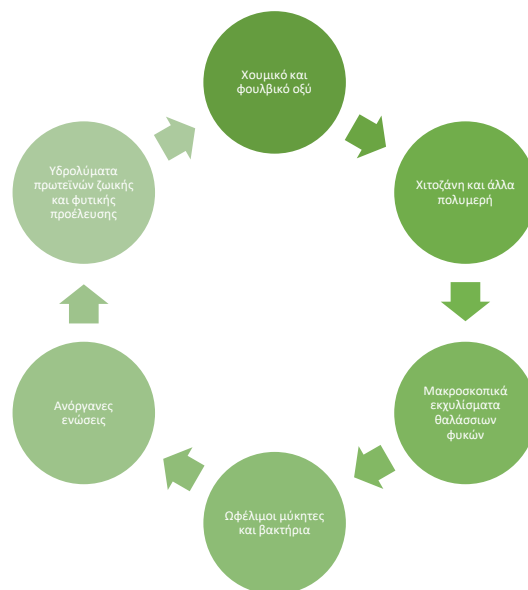
1.4.2 Κατηγορίες βιοδιεγερτών

Οι βιοδιεγέρτες μπορούν να διαχωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- (i) Χουμικά και φουλβικά οξέα,
- (ii) Υδρολύματα πρωτεϊνών ζωικής και φυτικής προέλευσης,
- (iii) Εκχυλίσματα θαλάσσιων φυκών.

Επιπλέον, περιλαμβάνουν ωφέλιμους μικροοργανισμούς όπως:

- (i) Μυκόρριζες,
- (ii) Βακτήρια που δεσμεύουν το άζωτο των ειδών που ανήκουν στα γένη *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* (Franzoni *et al.*, 2022).



Εικόνα 1. Κατηγορίες βιοδιεγερτών βάση των ενώσεων και των μικροοργανισμών από τα οποία αποτελούνται.

1.4.3 Εκχυλίσματα φυκών

Τα εκχυλίσματα φυκών ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των βιοδιεγερτών, οι οποίοι έχουν την ικανότητα να ενισχύουν την απόδοση και την ποιότητα των καλλιεργειών σε διαφορετικούς τύπους εδάφους, αυξάνοντας την ανοχή των φυτών σε αβιοτικές και βιοτικές καταπονήσεις, βελτιώνοντας ταυτόχρονα την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών (Rouphael & Colla 2020, Shukla *et al.*, 2021). Έρευνες αναφέρουν ότι τα εκχυλίσματα φυκών που εφαρμόζονται στο έδαφος ή διαφυλλικά, συνδράμουν στην αύξηση της απόδοσης στο ζαχαροκάλαμο, στη φράουλα, και λαχανικά όπως η τομάτα (Mattner *et al.*, 2013, Arioli *et al.*, 2015, Mattner *et al.*, 2018, Shukla *et al.*, 2021, Hussain *et al.*, 2021).

Οι βιοδιεγέρτες με βάση τα φύκια είναι από τις πιο μελετημένες ουσίες και βάση αυτών μπορεί να βελτιωθεί η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, η αντοχή σε συνθήκες μειωμένης γονιμότητας, καθώς και σε συνθήκες έντονου ψύχους (Yakhin *et al.*, 2017). Αυτά τα βιοδιεγερτικά σκευάσματα είναι πολύπλοκα και περιέχουν πολλά οργανικά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων των ελεύθερων αμινοξέων, των πρωτεϊνών, των βιταμινών, όπως πολυσακχαριτών και φυτικών ορμονών (Battacharyya *et al.*, 2015, Karoore *et al.*, 2021). Ωστόσο, λόγω της πολυπλοκότητάς τους, ο μηχανισμός δράσης τους στα φυτά είναι ακόμα ασαφής, ειδικά σε καλλιέργειες όπως το αμπέλι.

1.4.4 Μηχανισμοί δράσης

Τα τελευταία είκοσι χρόνια έχουν δημοσιευθεί πλήθος ερευνητικών μελετών σχετικά με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση βιοδιεγερτών σε διαφορετικά είδη φυτών συμπεριλαμβανομένου και του είδους *Vitis vinifera*. Τα πειραματικά δεδομένα έδειξαν ότι η χρήση βιοδιεγερτικών οδηγεί σε δομική τροποποίηση του ριζικού συστήματος δημιουργώντας πιο ανεπτυγμένες ρίζες με μεγαλύτερη δυνατότητα απορρόφησης (Meggio, 2023).

Το προϊόν εφαρμόζεται είτε στο έδαφος είτε απευθείας στο φυτό διαφυλλικά. Η εφαρμογή στο έδαφος χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της γονιμότητας τους και ενίσχυση της ανάπτυξης του φυτού, χάρη στην προσθήκη μακροθρεπτικών συστατικών και μεταλλικών στοιχείων (Samuels *et al.*, 2022). Ένας άλλος στόχος αυτής της τεχνικής είναι να περιορίσει σε ένα μεγάλο βαθμό την αλατότητα του εδάφους και να βελτιώσει τη δομή του εδάφους μέσω απελευθέρωσης ανεπιθύμητων στοιχείων με υπολειμματική δράση (Ganugi *et al.*, 2023). Αντίστοιχα, στη περίπτωση της διαφυλλικής εφαρμογής η απορρόφηση γίνεται μέσω των στομάτων και της επιδερμίδας. Αυτή είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται ιδιαίτερα όταν επιθυμούμε να παρέχουμε μικροθρεπτικά συστατικά όπως σίδηρο (Fe), χαλκό (Cu), βόριο (B) και άλλες ανόργανες ουσίες. Εκτός από την προώθηση της ριζικής και βλαστικής ανάπτυξης του φυτού, έχουν σημειωθεί ευεργετικές ιδιότητες στην αφομοίωση μικροθρεπτικών συστατικών, όπως το άζωτο (N), το κάλιο (K) και ο σίδηρος (Fe). Το κύριο πλεονέκτημα της διαφυλλικής εφαρμογής είναι η ταχύτητα με την οποία το προϊόν εισέρχεται στην κυκλοφορία του φυτού και καθίσταται άμεσα διαθέσιμο (Górka *et al.*, 2018).

Τα βιοδιεγερτικά σκευάσματα μπορούν να επιδρούν ακόμη και σε χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων (Bhat *et al.*, 2011). Έχουν την ικανότητα να ρυθμίσουν τη φυσιολογική ανάπτυξη και την αμυντική δράση των φυτών έναντι ακραίων θερμοκρασιών, της ξηρασίας αλλά και αλατότητας (Bulgari *et al.*, 2014, Jardin, 2015, Monteiro *et al.*, 2022), ενεργοποιώντας ενζυματικές διεργασίες (Liu *et al.*, 2016). Μακροσκοπικά, μέσω των διεργασιών θα επιτευχθεί η ευκολότερη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και ο εμπλουτισμός του εδάφους με CO₂ (Sabir *et al.*, 2014, Franzoni *et al.*, 2022). Αυτή η διαδικασία μπορεί να βοηθήσει τα φυτά να προσαρμοστούν στις αντίξοες συνθήκες.

Μία από τις ενδιαφέρουσες πτυχές που παρατηρούνται στα φυτά που έχουν υποστεί αγωγή με βιοδιεγέρτες, είναι η αύξηση των μεταβολιτών με αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Αυτά τα μόρια παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μείωση των επιπτώσεων των ελεύθερων ριζών που συσσωρεύονται στους φυτικούς ιστούς όταν υπόκεινται σε καταπόνηση (Bita & Gerats, 2013). Τα αντιοξειδωτικά με την σειρά τους, βοηθούν στην μείωση του οξειδωτικού στρες, προστατεύοντας έτσι τα φυτικά κύτταρα από βλάβες.

1.5 Προοπτικές στη χρήση βιοδιεγερτών

Ενδεικτική λίστα ορισμένων καλλιεργειών στις οποίες εφαρμόζονται σήμερα βιοδιεγέρτες στην Ευρώπη καθιστώντας κατανοητή την απήχηση του προϊόντος (Jardin, 2005).

<u>Καλλιέργειες δένδρων και αμπέλων</u>	<u>Καλλιέργειες λαχανικών και ψυχανθών</u>	<u>Γεωργικές καλλιέργειες</u>
Εσπεριδοειδή Πυρηνόκαρπα Οινοποιήσιμα σταφύλια Επιτραπέζια σταφύλια	Μπρόκολο Κουνουπίδι, Κρεμμύδι Λάχανο, Πιπεριές Καρότο, Πατάτα Αγγούρι, Μαρούλι Σκόρδο, Φράουλα Κολοκύθα, Ντομάτα Πεπόνι, Καρπούζι	Κριθάρι Αραβόσιτος Σιτάρι Ρύζι Βαμβάκι Ζαχαρότευτλο Ελαιοκράμβη

Η παγκόσμια αγορά βιοδιεγερτικών υπολογιζόταν περί των 2,5 εκατομμυρίων δολαρίων στις ΗΠΑ το 2021 και αυξάνεται με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) περίπου 10% (Franzoni *et al.*, 2022). Αν και τα βιοδιεγερτικά προϊόντα υπάρχουν εδώ και πολλά χρόνια, οι πωλήσεις έχουν αρχίσει να απογειώνονται από το 2000 λόγω της παγκόσμιας αύξησης του πληθυσμού, την είσοδο επενδυτών, την καλύτερη γνώση των αγροτών και θέσπιση νομοθεσίας για την εξασφάλιση της εμπιστοσύνης των αγροτών (Abdel *et al.*, 2017). Ένας νέος παράγοντας που επηρέασε τη ζήτηση των βιοδιεγερτικών το 2022 είναι η αύξηση των τιμών των λιπασμάτων λόγω του πολέμου στην Ουκρανία και της ραγδαίας αύξησης των τιμών της ενέργειας.

Η εκθετικά επεκτεινόμενη βιομηχανία βιοδιεγερτικών προϊόντων καθιστά αναγκαία τη δοκιμή αυτών των προϊόντων σε πραγματικές συνθήκες (Ricci *et al.*, 2019). Για να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα των γεωργικών βιοδιεγερτών, είναι απαραίτητη η εφαρμογή τους στο πεδίο. Οι μακροχρόνιες εφαρμογές, σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες και περιβάλλοντα, παρέχουν πραγματικές γνώσεις για τους μηχανισμούς δράσης τους.

Εντούτοις, η μειονότητα των μελετών έχουν λάβει υπόψιν την επίδραση των εκχυλίσμάτων προερχόμενα από φύκη ή φυτά στον οικονομικό τομέα της εμπορικής φυτικής παραγωγής (Meggio, 2023). Η ανάλυση έδειξε ότι η ολοκληρωμένη χρήση των φυκών με συμβατικές γεωργικές εισροές, αύξησαν τα μικτά περιθώρια κέρδους σε διάφορα επίπεδα στην καλλιέργεια του καλαμποκιού και του ρυζιού (Babazadeh *et al.*, 2023).

Εν κατακλείδι, οι έρευνες και τα πειράματα που διεξάγονται πρέπει να παρέχουν χρήσιμες υποδείξεις και συμβουλές για τη βελτίωση της παραγωγής βιοδιεγερτικών και των αντίστοιχων μεθόδων εφαρμογής τους (Agioli *et al.*, 2015). Τα αποτελέσματα που λαμβάνονται υπό ελεγχόμενες συνθήκες, όπως στον αμπελώνα και ακολούθως στο εργαστήριο, είναι απαραίτητα για την επικύρωση όσων παρατηρούνται σε συνθήκες αγρού και αντίστροφα.

1.6 Σκοπός της εργασίας

Η κλιματική αλλαγή τα τελευταία έτη καταγράφεται και μέσω των έντονων καιρικών φαινομένων (π.χ. έντονα και παρατεταμένα κύματα καύσωνα, έντονες βροχοπτώσεις και χαλαζοπτώσεις, κ.α.) και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δυσκολία πολλών καλλιεργειών έως και την υποβάθμιση των γεωργικών προϊόντων, όπως έχει παρατηρηθεί και στο αμπέλι (Petoumenou *et al.*, 2019). Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που οι αμπελουργοί καλούνται να αντιμετωπίσουν στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής είναι ο ανεπαρκής χρωματισμός του φλοιού της ράγας των έγχρωμων ποικιλιών αμπέλου (Duchêne & Schneider, 2005, Arias *et al.*, 2022).

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, ο σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της διαφυλλικής εφαρμογής βιοδιεγέρτη από εκχυλίσματα φυκών στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής της ποικιλίας Black Magic με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας της ράγας.

2 Υλικά και μέθοδοι

2.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

Η συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων από τον σταθμό του πειραματικού αγροκτήματος στο Βελεστίνο αφορούσε τις ημερήσιες τιμές της ελάχιστης, μέγιστης και μέσης θερμοκρασίας (°C) όπως επίσης και της βροχόπτωσης (mm) κατά το έτος 2023.

2.2 Στοιχεία του αμπελώνα

Το αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας αξιοποιείται τόσο για επιστημονικές έρευνες από το προσωπικό δυναμικό του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος όσο και για την εκπαίδευση των φοιτητών στο πλαίσιο της φοίτησής τους στο πανεπιστήμιο.

Το αγρόκτημα με συνολική έκταση 150 στρεμμάτων βρίσκεται κοντά στην Εθνική Οδό Αθηνών-Θεσσαλονίκης, στην περιοχή του Βελεστίου, στο νομό Μαγνησίας (39°2' Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος, 22°45' Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος) και σε υψόμετρο 70 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Το έδαφος του αγροκτήματος χαρακτηρίζεται ως ιλυοπηλώδες ενώ το pH είναι αλκαλικό και η οργανική ουσία βρίσκεται σε μέτρια επίπεδα. Γενικά η γονιμότητά του κρίνεται ικανοποιητική.

Ο πειραματικός αμπελώνας φιλοξενεί δεκαεπτά οινοποιήσιμες (Αγιωργίτικο, Ασύρτικο, Sangiovese, Sauvignon blanc, Μανδηλαριά κ.α.), επιτραπέζιες ποικιλίες (Σουλτανίνα, Black Magic, κ.α.) αλλά και ποικιλίες σταφιδοποιίας.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην ερυθρή επιτραπέζια ποικιλία αμπέλου Black Magic και η οποία ήταν εμβολιασμένη στο υποκείμενο 1103 Paulsen. Τα πρέμνα ήταν ηλικίας 8 ετών διαμορφωμένος σε σχήμα V με 4 σύρματα σε κάθε πλευρά (Εικόνα 3). Η απόσταση φύτευσης επί της γραμμής ήταν 1 m και μεταξύ των γραμμών ήταν 3,5 m. Το κλάδεμα που εφαρμόστηκε στα πρέμνα ήταν μεικτό, με κεφαλές των δυο οφθαλμών και 6-8 αμολυτές ανά πρέμνο με 8-10 οφθαλμούς η κάθε μία.

2.3 Η ποικιλία Black Magic

Η επιτραπέζια ποικιλία σταφυλιών Black Magic ιδρύθηκε από το Ινστιτούτο Αμπελουργίας της Μολδαβίας και συγκεκριμένα στο Κισινάου, γνωστή και με την ονομασία Kodreanka σε πολλές χώρες (Godoroja *et al.*, 2020). Με την πάροδο του χρόνου κατέλαβε όλο και περισσότερες στρεμματικές εκτάσεις

λόγω των επιθυμητών χαρακτηριστικών που διαθέτει όπως η έντονη γεύση, η πρωιμότητα και η εύκολη προσαρμοστικότητα στις κλιματικές συνθήκες.

Ωστόσο, παρόλα τα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει η ποικιλία αυτή, η μεταφορά και εξαγωγή των σταφυλιών καθίσταται αδύνατη πολλές φορές, καθώς παρατηρείται ότι οι ράγες δεν συγκρατούνται στην ράχη αλλά αποκόπτονται και πέφτουν. Επιπλέον, λόγω της μικρορραγίας που εμφανίζει γίνονται συχνά χημικές επεμβάσεις με γιβεριλλίνες ώστε να αυξηθεί το μέγεθος της ράγας με απότοκο να είναι αντάξια των υπόλοιπων ποικιλιών όπως και πιο ελκυστική από τους καταναλωτές. Σε αυτή την προσπάθεια συνέβαλλαν τα τελευταία χρόνια σημαντικές αμπελουργικές χώρες αποφέροντας ικανοποιητικά αποτελέσματα.

2.3.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά

Το ανεπτυγμένο φύλλο της ποικιλίας κατατάσσεται στην κατηγορία των μορφολογικά σφηνοειδών φύλλων, πεντάλοβο και μεσαίου μεγέθους. Τα νεαρά φύλλα διακρίνονται από ένα ελαφρύ πράσινο χρωματισμό χωρίς να φέρουν χνούδι στην επιφάνεια τους ενώ αργότερα, τα τυπικά ανεπτυγμένα φύλλα μεταχρωματίζονται σε βαθύ πράσινο. Οι άνω και κάτω κόλποι δεν διαχωρίζονται σε αντίθεση με τα νεύρα που είναι διακριτά σε όλη την επιφάνεια. Ο μισχικός κόλπος είναι μορφής ανοιχτού, με τον μίσχο να είναι μακρύς και στενού πάχους.



Εικόνα 2. Ανεπτυγμένο φύλλο της ποικιλίας Black Magic.

Η σταφυλή χαρακτηρίζεται ως μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους, με μήκος που φτάνει και τα 20cm, σχήματος κλαδωτή ή κωνική και μέσης πυκνότητας. Ο μίσχος της είναι κοντός (έως 6 cm) και ποώδης. Ειδικότερα, οι ράγες που απαρτίζουν την σταφυλή είναι μέσου μεγέθους, κυανό-μελανού ανομοιόμορφου χρώματος και ελλειψοειδής έως και ωοειδούς σχήματος. Ως επιτραπέζια ποικιλία σε αντίθεση με τις οινοποιήσιμες, διακρίνεται για τον λεπτό φλοιό της.



Εικόνα 3. Χαρακτηριστική σταφυλή ποικιλίας Black Magic.

2.4 Εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στον αμπελώνα κατά την υλοποίηση του πειράματος

Στο πειραματικό αγρόκτημα του πανεπιστημίου Θεσσαλίας του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής παραγωγής και Αγροτικού περιβάλλοντος στο Βελεστίνο κατά το 2^ο δεκαήμερο του Μαρτίου του 2023 επιλέχθηκαν τα πρέμνα που θα αποτελούσαν και το πειραματικό υλικό της πτυχιακής εργασίας. Αρχικά, απομακρύνθηκε ένας μεγάλος αριθμός βλαστών που είχαν σχηματιστεί κατά μήκος του κορμού και της κάτω επιφάνειας των βραχιόνων, με την γνωστή μέθοδο του βλαστολογήματος. Μετά από την αφαίρεση κληματίδων, των οποίων η θέση τους δυσχεραίνει την ανάπτυξη των υπολοίπων, κάνοντας παράλληλα κατάχρηση των θρεπτικών ουσιών, εξισορροπήθηκε ο συνολικός αριθμός τους σε κάθε βραχίονα. Γεγονός που βρίσκεται εν συναρτήσει πάντα με τις προοπτικές του κάθε πρέμνου και τα αποθέματα των θρεπτικών στο έδαφος. Άλλοτε το φορτίο ήταν μεγαλύτερο στα πιο εύρωστα πρέμνα και άλλοτε μικρότερο. Οι παραπάνω ενέργειες αποσκοπούν στην αποφυγή της υπερβολικής ζωνρότητας και των επιβλαβών συνέπειων για την υγεία των αμπελιών που την συνοδεύουν μετέπειτα, όπως η πρόωγη νέκρωση των ταξιανθιών και η μείωση του μεγέθους της ράγας.

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε μεικτό κλάδεμα καρποφορίας στην ποικιλία Black Magic κατά το οποίο αφέθηκαν κεφαλές και αμολυτές με φορτίο οφθαλμών κατά μέσο όρο 2 στις κεφαλές και 7 στις αμολυτές. Η επιλογή των πιο εύρωστων κληματίδων οι οποίες και θα αποτελέσουν τις αμολυτές κατά το κλάδεμα προκύπτουν μετά από μια σειρά προϋποθέσεων όπως: την θέση τους πάνω στους βραχίονες (η χαμηλότερη θα αποτελέσει την κεφαλή), την αντοχή στο πλάγιασμα και τους δυνατούς ανέμους, καθώς και το χαρακτηριστικό καφέ-γκρι χρώμα που σηματοδοτεί την μετατροπή και ξυλοποίηση των εύκαμπτων πράσινων βλαστών σε κληματίδες.

Οι τελευταίες προσδέθηκαν σε υψηλότερα σύρματα για να διαμορφωθεί το τελικό σχήμα και να προκύψει ένα μικροκλίμα μεταξύ των κληματίδων όπου ο αερισμός να λαμβάνει χώρα αβίαστα αλλά και να διαχέεται η ηλιακή ακτινοβολία σε όλα τα σημεία της με τον ίδιο τρόπο.

Δόθηκε μεγάλη προσοχή στην διαμόρφωση όλων των υπέργειων τμημάτων με φορά κλαδέματος όπου θα αποτρέπει την δακρύρροια, δηλαδή την εκροή ανιόντα χυμού, στους εκατέρωθεν οφθαλμούς όπως και αποφυγή μεγάλων τομών οι οποίες θα

μπορούσαν να καταστήσουν μελλοντικά εύκολη την είσοδο και προσβολή τόσο εντομολογικών όσο και φυτοπαθολογικών ασθενειών.



Εικόνα 4. Πρέμνα της ποικιλίας Black Magic πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) το κλάδεμα καρποφορίας.

Κατά το πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου, πραγματοποιήθηκε η καταμέτρηση των κληματίδων του κάθε πρέμνου και επιλέχθηκαν τα πρέμνα της κάθε πειραματικής μονάδας.

Ακολούθησε το βλαστολόγημα της ποικιλίας κατά το οποίο αφαιρέθηκαν βλαστοί ώστε να κατανεμηθούν τα θρεπτικά στοιχεία στους εναπομείναντες βλαστούς, να μειωθεί η υγρασία της κόμης μέσω του αερισμού και της έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία,



Εικόνα 5. Κορυφολογημένοι βλαστοί της ποικιλίας Black Magic.

ευνοώντας έμμεσα το μέγεθος των σταφυλιών. Το βλαστολόγημα αποσκοπεί επιπλέον στην μείωση της ανθόρροιας, ένα από τα προβλήματα που παρουσιάζει η ποικιλία. Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκε κορυφολόγημα ώστε να επιτευχθεί καλύτερη αύξηση του μεγέθους των ραγών.

Κατά το πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου, κατά το φαινολογικό στάδιο της άνθησης, πραγματοποιήθηκε εκ νέου κορυφολόγημα διατηρώντας μια ισορροπία μεταξύ της ζωηρότητας και της επιθυμητής παραγωγής.

Η διαδικασία του περκασμού, δηλαδή η μετατροπή από σκληρή και πράσινη σάρκα της ράγας σε μαύρη και ελαστική, συνοδεύεται ταυτόχρονα από μείωση των οξέων και αύξηση των σακχάρων στον χυμό των σταφυλών, προσδίδοντας και την γλυκιά γεύση (Νικολάου, 2012). Ενώ η συγκεκριμένη ποικιλία θεωρείται από τις πρώιμες του είδους της, λόγω των έντονων βροχοπτώσεων πριν το στάδιο της άνθησης μετατοπίστηκε το στάδιο του περκασμού από τα μέσα Ιουνίου στο δεύτερο δεκαήμερο του Ιουλίου. Συνοπτικά, παρουσιάζεται ο βιολογικός κύκλος της ποικιλίας Black Magic σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες που επικράτησαν κατά το έτος 2023.



Εικόνα 6. Βόστρυχος στο στάδιο της καρπόδεσης.

2.5 Επεμβάσεις

Για την διεξαγωγή του πειράματος πραγματοποιήθηκε επέμβαση σε πέντε πρέμνα με το σκεύασμα Protonic® Quattro, ενώ στη μεταχείριση του μάρτυρα τα δεν εφαρμόστηκε κανένας ψεκασμός. Όλοι οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν με ηλεκτρικό ψεκαστήρα πλάτης, χαμηλής πίεσης, χωρητικότητας 16 λίτρων και με κατευθυνόμενο ψεκασμό στις ταξιανθίες.

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή το Protonic® Quattr είναι ολιστικός βιοενεργοποιητής με 50% εκχυλίσματα φυκών *Laminaria digitata* και *Ascophyllum nodosum* και 20% μίγμα L-αμινοξέων υδρολυμένων

πρωτεΐνων, ενισχυμένος με μολυβδαίνιο (Mo), κοβάλτιο (Co) και καρβοξυλικά οξέα, ενώ οι ημερομηνίες εφαρμογής του βιοδιεγέρτη παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, σύμφωνα και με τα φαινολογικά στάδια της αμπέλου.

Μέσω της εφαρμογής του σκευάσματος επιτυγχάνεται η ενίσχυση και ενεργοποίηση του ριζικού συστήματος, ρύθμιση της σύστασης σε ιχνοστοιχεία σύμφωνα με τους κανόνες της βιολογικής γεωργίας.

Όλες οι υπόλοιπες καλλιεργητικές τεχνικές (άρδευση, λίπανση, ζιζανιοκτονία κλπ.) παρέμειναν ίδιες, όπως πραγματοποιούνταν κάθε χρόνο σύμφωνα με τα πρωτόκολλα του εργαστηρίου Αμπελουργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Πίνακας 2).

Πίνακας 1. Ημερομηνίες εφαρμογής του βιοδιεγέρτη σε σχέση με τα φαινολογικά στάδια της αμπέλου (Baillod & Baggiolini, 1993).

Ημερομηνία	Φαινολογικό στάδιο κατά την επέμβαση
16/06/2023	Ράγες μέγεθος μικρού μπιζελιού (Κ).
30/06/2023	Κλείσιμο σταφυλής (L).
7/07/2023	Έναρξη περκασμού (M).

Πίνακας 2. Ημερολόγιο επεμβάσεων και απεικόνιση φαινολογικών σταδίων της ποικιλίας Black Magic.

Ημερομηνία	Ενέργειες	Φαινολογικό στάδιο κατά Baggiolini και Baillod.	Φωτογραφίες
27/03/2023	Κλάδεμα ποικιλίας	Βαμβακώδης κορυφή πριν την εκβλάστηση (B)	
12/05/2023	1 ^ο κορυφολόγημα και επιλογή πειραματικών πρέμνων, βλαστολόγημα	Άνθη διακριτά. (H)	

7/06/2023	2 ^ο κορυφολόγημα	Άνθηση (I)	
10/07/2023	Δειγματοληψία για εργαστηριακές μετρήσεις	Έναρξη περκασμού (M)	
14/07/2023	Δειγματοληψία για εργαστηριακές μετρήσεις	Περκασμός (M)	
21/07/2023	Δειγματοληψία για εργαστηριακές μετρήσεις.	Έναρξη ωρίμανσης (M-N)	

28/07/2023	Δειγματοληψία για εργαστηριακές μετρήσεις	Ωρίμανση (N)	
12/08/2023	Δειγματοληψία για εργαστηριακές μετρήσεις και τρυγητός	Ωρίμανση (N)	
1/11/2023	Δειγματοληψία βλαστών για μέτρηση φυλλικής επιφάνειας	Ωρίμανση ξύλου	

2.6 Μετρήσεις για τον προσδιορισμό της φυλλικής επιφάνειας

Στην 1 Νοεμβρίου, αφού καταμετρήθηκαν οι βλαστοί κάθε πειραματικού πρέμνου που έλαβε μέρος στην μελέτη, επιλέχθηκαν και συλλέχθηκαν αντιπροσωπευτικές κληματίδες από τον αμπελώνα της ποικιλίας για κάθε την μεταχείριση, 5 κληματίδες για τον μάρτυρα και αντίστοιχα 5 για τα ψεκασμένα πρέμνα, ενώ στην συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο.

Εκεί μετρήθηκαν οι δευτερεύοντες (ταχυφυείς) βλαστοί της κάθε κληματίδας ο αριθμός των γονάτων και πόσα φύλλα είχαν αποκοπεί από την μασχάλη. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε η αποφύλλωση των κληματίδων διαχωρίζοντας τα φύλλα που είχαν προέλθει από κύριο με αυτά από ταχυφυή οφθαλμό της κάθε μεταχείρισης. Στη συνέχεια, απομακρύνθηκε ο μίσχος των φύλλων ώστε να υπολογιστεί η φυλλική επιφάνεια με ακρίβεια.

Η διαδικασία ξεκίνησε με το LI-31000C AREA METER, όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω απεικόνιση (Εικόνα 6), το οποίο είναι ένα όργανο σχεδιασμένο να ψηφιοποιεί γρήγορα την φυλλική περιοχή σε μήκος και πλάτος. Διαθέτει δύο διαφανείς μεταφορικούς ιμάντες που περιστρέφονται ώστε να μετακινούν τα φύλλα σε ένα επίπεδο σάρωσης. Τοποθετώντας ένα φύλλο στην κάτω διαφανή ζώνη μεταφέρεται αυτόματα στο ανώτερο επίπεδο σάρωσης μέσω ενός κυλίνδρου-πρέσα. Αυτός ισοπεδώνει τυχόν κυρτωμένες άκρες και τροφοδοτεί σωστά τα φύλλα μεταξύ των διαφανών ζωνών πριν εισέλθουν στο σαρωτή, διασφαλίζοντας ότι καταμετράτε η πλήρης έκταση της φυλλικής επιφάνειας σε κάθε μέτρηση. Τα φύλλα εκτινάσσονται από τον σαρωτή αφού μετρηθούν. Για την διεκπεραίωση της μέτρησης ήταν απαραίτητη η βαθμονόμηση του οργάνου με την βοήθεια ενός μεταλλικού μικρού αντικειμένου. Ακολούθως, κατά την διαδικασία των μετρήσεων, τοποθετήθηκαν τα ελάσματα ξεχωριστά χωρίς να αλληλοκαλύπτονται επάνω στον ιμάντα με την κινούμενη διαφάνεια, υπολογίζοντας την κύρια, δευτερεύουσα και συνολική φυλλική επιφάνεια σε m^2 .



Εικόνα 7. Σαρωτής μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας (L-31000C Model) (Li-COR INC, Lincoln, NE, USA).

2.7 Θερμοκρασία φύλλων

Για τον υπολογισμό της συγκεκριμένης παραμέτρου επιλέγεται ένα συγκεκριμένο και αντιπροσωπευτικό φύλλο για την κάθε μεταχείριση και με την βοήθεια της θερμικής κάμερας (FLIR TG165-X), καταγράφεται η τιμή των σημειακών θερμοκρασιών ($^{\circ}C$).

2.8 Ρυθμός φωτοσύνθεσης

Στις 12/7/23, κατά τις πρωινές ώρες, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας πλήρως ανεπτυγμένων και υγιών φύλλων, τόσο στη μεταχείριση του μάρτυρα, όσο και στη μεταχείριση του βιοδιεγέρτη. Για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε το όργανο LCI ADC Bioscientific Ltd. Photosynthesis System.

2.9 Δειγματοληψία για εργαστηριακές μετρήσεις κατά την πορεία ωρίμανσης

Από την κάθε μεταχείριση και ανά 7 ημέρες από την έναρξη του περκασμού και μέχρι τον τρυγητό διεξήχθησαν τυχαίες δειγματοληψίες για να προσδιοριστεί ο κατάλληλος χρόνος συγκομιδής. Συλλέχθηκαν δείγματα αποτελούμενα από ράγες που προέρχονταν από όλες τις ζώνες του πρέμνου, από τις χαμηλότερες μέχρι τις πιο υψηλές σταφυλές της κληματίδας και από τις δύο κατευθύνσεις των γραμμών. Συγκομίζονταν 50 ράγες για την κάθε επέμβαση με την μέθοδο που αναφέρθηκε παραπάνω. Όταν οι εργαστηριακές μετρήσεις έφτασαν τις επιθυμητές τιμές και η οπτική ανάπτυξη των σταφυλιών έφτασε στο μέγιστο δυνατό σημείο πραγματοποιήθηκε ο τρυγητός στις 12 Αυγούστου 2023 με την συλλογή των σταφυλών και μεταφορά τους στον χώρο του εργαστηρίου για περαιτέρω αναλύσεις. Συγκεκριμένα, οι μετρήσεις αφορούσαν:

- Στο βάρος των 50 συγκομισμένων ραγών εκφρασμένο σε γραμμάρια (g),
- Στην περιεκτικότητα του γλεύκους σε ολικά διαλυτά στερεά (°Brix),
- Στον προσδιορισμό της ολικής οξύτητας εκφρασμένο σε %,
- Στον υπολογισμό του pH του γλεύκους.

2.9.1 Βάρος 50 ραγών (g)

Το βάρος των ραγών υπολογίστηκε με την βοήθεια της ζυγαριάς KERN PCB250, ενώ μελετήθηκε παράλληλα η μεταβολή του βάρους τους, εν συναρτήσει με την πάροδο του χρόνου κατά τα διάφορα φαινολογικά στάδια, όπως παρουσιάζεται στα αποτελέσματα αναλυτικότερα.



Εικόνα 8. Ζυγαριά ακριβείας KERN PCB250 (αριστερά), οπτικό (κέντρο) και ψηφιακό (δεξιά) διαθλασίμετρο για την μέτρηση του γλεύκους σε ολικά διαλυτά στερεά.

2.9.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας του γλεύκους σε ολικά διαλυτά στερεά (°Brix)

Για την συγκεκριμένη μέτρηση οι τιμές που προέκυψαν ήταν απόρροια αξιοποίησης δύο επαγγελματικών διαθλασίμετρων, ενός ψηφιακού και ενός οπτικού. Αφού συνθλίφτηκαν οι ράγες και παραλάβαμε το γλεύκος τους, η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η βαθμονόμηση των εργαλείων με χρήση απιονισμένου νερού και στην συνέχεια με ειδική πιπέτα παραλαβή μέρους αυτού.

Τοποθετήθηκαν δύο σταγόνες από την κάθε μεταχείριση στα πρίσματα των διαθλασίμετρων με την προϋπόθεση ότι το δεύτερο διαθλασίμετρο θα βρισκόταν κάτω από κάποια πηγή φωτός ενώ στο ψηφιακό γινόταν αυτόματα η διαδικασία. Εν συνεχεία, καταγράφονταν οι τιμές και με χρήση πάλι απιονισμένου νερού και χαρτιού γινόταν με προσεκτικές κινήσεις ο καθαρισμός των οργάνων ώστε να μην υπολειμθούν σε επερχόμενες μετρήσεις.

2.9.3 Προσδιορισμός της ολικής οξύτητας (%) του γλεύκους

Τα αντιδραστήρια και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη μέτρηση ήταν τα ακόλουθα:

- ✓ Απιονισμένο νερό,
- ✓ Δείγμα γλεύκους,
- ✓ Δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης,
- ✓ Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου NaOH περιεκτικότητας 0,1N,
- ✓ Αναδευτήρας,
- ✓ Υδροβολέας,
- ✓ Μαγνήτης,
- ✓ Σιφόνιο πλήρωσης 10 ml,
- ✓ Πουάρ,
- ✓ Ποτήρια ζέσεως,
- ✓ Προχοΐδα 25 ml και χωνί.

Διαδικασία:

Από την ποσότητα γλεύκους που είχε συλλεχθεί ύστερα από έκθλιψη των ραγών, λήφθηκε ένα δείγμα 10ml αυτής της ποσότητας με την χρήση γυάλινης πιπέτας και πουάρ τοποθετήθηκε σε ποτήρι ζέσεως. Εκεί, προστέθηκαν 2-3 σταγόνες του δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης, ο οποίος διευκολύνει την παρατήρηση του οπτικού μεταχρωματισμού του διαλύματος. Έπειτα, αραιώθηκε το διάλυμα με ποσότητα

απιονισμένου νερού και τοποθετήθηκε ο μαγνήτης ανάδευσης. Μέσω της χρήσης της προχοΐδας το πρότυπο διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου NaOH ενσωματώθηκε στο δείγμα για τον προσδιορισμό της ολικής οξύτητας.

Η τιτλοδότηση πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια ενός ηλεκτρικού αναδευτήρα που έφερε πάνω του το ποτήρι ζέσεως στο οποίο με πολύ μικρές ποσότητες προστέθηκε το πρότυπο διάλυμα. Την στιγμή που το διάλυμα που περιείχε το γλεύκος μεταχρωματιζόταν, στις πρώτες δειγματοληψίες από κίτρινο σε μπλε ενώ όσο οδεύαμε στην φάση της ωρίμανσης από κόκκινο σε καφέ, διακόπτονταν η προσθήκη του πρότυπου διαλύματος και σημειώνονταν ο όγκος που καταναλώθηκε.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης συμπεριφέρεται διαφορετικά ανάλογα με το pH του διαλύματος που προστίθεται με εύρος δράσης από 6-7,6 pH και μεταχρωματισμούς σε όξινο, ουδέτερο και βασικό περιβάλλον από κίτρινο σε πράσινο και έπειτα σε μπλε.



Εικόνα 9. Διαδικασία προσδιορισμού ολικής οξύτητας.

2.9.4 Προσδιορισμός του pH του γλεύκους

Αρχικώς, πραγματοποιήθηκε η βαθμονόμηση του πεχάμετρου μέσω της χρήσης ρυθμιστικών διαλυμάτων (buffer) γνωστής τιμής pH και συγκεκριμένα των τιμών 4,01 και 7,01. Έπειτα, τοποθετήθηκε το ηλεκτρόδιο στο δείγμα γλεύκους για τον προσδιορισμό του pH. Μετά από κάθε δείγμα καθαριζόταν εκ νέου το ηλεκτρόδιο για να αποφευχθούν τυχόν επιμολύνσεις από προηγούμενα δείγματα. Για τον καθαρισμό του αισθητήρα χρησιμοποιήθηκε υδροβολέας με απιονισμένο νερό.



Εικόνα 10. Προσδιορισμός του pH με την βοήθεια του ειδικού πεχάμετρου.

2.10 Τρυγητός

Όταν ολοκληρώθηκε η ωρίμανση της ποικιλίας Black Magic περί τα μέσα Αυγούστου (12/08), πραγματοποιήθηκε ο τρυγητός κατά τις πρωινές ώρες της ημέρας. Αρχικά, καταμετρήθηκαν και συγκομίστηκαν ξεχωριστά οι σταφυλές κάθε πρέμνου με ειδικά επαγγελματικά ψαλίδια και τοποθετήθηκαν προσεκτικά σε ξεχωριστά τελάρα ώστε να μεταφερθούν στον εργαστηριακό χώρο για περαιτέρω αναλύσεις. Από τα 5 πειραματικά πρέμνα της κάθε μεταχείρισης συλλέχθηκαν σταφυλές (συνολικά 10) με την μέθοδο της τυχαίας δειγματοληψίας και έγινε η τοποθέτηση τους σε πλαστικές θήκες για εργαστηριακές μετρήσεις. Καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας τα δείγματα παρέμειναν σε σκιερό μέρος για να μην αλλοιωθούν τα χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 11. Συγκομιδή σταφυλιών κατά την ημερομηνία τρυγητού.

2.10.1 Μετρήσεις επί του Πειραματικού Αμπελώνα

Αυτές αποτελούνταν από την αναλυτική καταμέτρηση των σταφυλιών και ζύγισμα τους με ζυγαριά χειρός για την καταγραφή της απόδοσης των πρέμνων, εκφρασμένο σε kg.



Εικόνα 12. Πλαστικά τελάρα σε σκιερό μέρος για την δειγματοληψία των σταφυλιών.

2.10.2 Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Αμπελουργίας

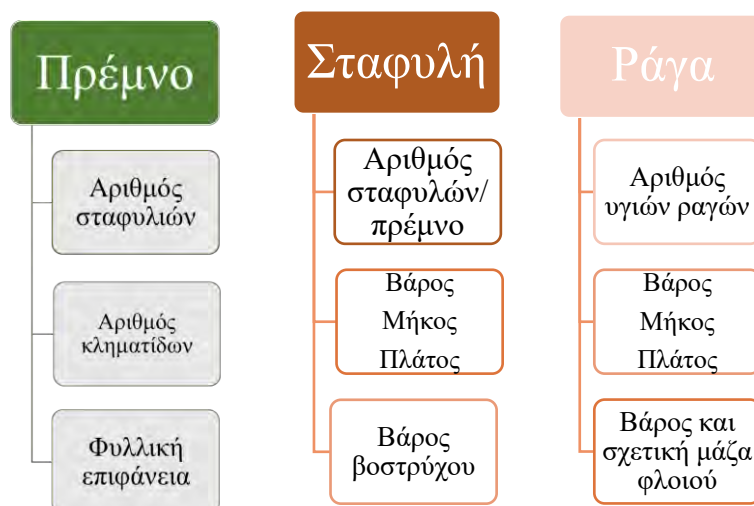
Ειδικότερα, για τις σταφυλές προσδιορίστηκαν οι διαστάσεις τους με την βοήθεια ενός χάρακα και τα βάρη τους πριν και μετά την αποβοστρύχωση με την ζυγαριά KERN PCB250 που αναφέρθηκε και παραπάνω. Μετά τον απορραγισμό έγινε η διαλογή και καταγραφή τόσο των υγιών ραγών όσο και αυτών που είχαν προσβληθεί από κάποια ασθένεια ή αυτών που παρουσίαζαν μικρορραγία. Τέλος, υπολογίστηκε το βάρος του βοστρύχου (g) και των υγιών ραγών (g).

2.10.3 Μετρήσεις που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά της ράγας

Προσδιορισμός διαστάσεων (μήκος και πλάτος) ράγας: οι 60 τυχαίες υγιείς ράγες τοποθετήθηκαν σε ηλεκτρονικό παχύμετρο τόσο κατά μήκος αλλά και κατά πλάτος, με τα χαρακτηριστικά της ράγας να προσδιορίζονται με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων (mm).

Προσδιορισμός βάρους ράγας και φλοιού: οι παραπάνω επιλεγθείσες ράγες, 30 από κάθε επέμβαση, εισήχθησαν στην ζυγαριά ακριβείας KERN ALS 220-4 του εργαστηρίου για τον ακριβή προσδιορισμό του βάρους εκφρασμένο σε (g). Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τον προσδιορισμό του βάρους φλοιού, όπου απομακρύνθηκε με μικρό νυστέρι ο φλοιός από την σάρκα.

Παρακάτω παρουσιάζεται το γράφημα που συνοψίζει τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε επίπεδο πρέμνου, σταφυλής και ράγας.



Γράφημα 1. Σύνοψη διαγραμμάτων των μετρήσεων που αφορούσαν στο πρέμνο, στη σταφυλή και στη ράγα.

Προσδιορισμός χρώματος φλοιού ραγών (C^* , hue^* , CIRG): το χρώμα του φλοιού των ραγών μετρήθηκε με τη βοήθεια του χρωματόμετρου Miniscan XE Plus (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, Virginia, USA), το οποίο αποδίδει τις τιμές των χρωματικών παραμέτρων L^* , a^* , b^* , βάσει του συστήματος CIELab. Για τον υπολογισμό C^* και hue° , χρησιμοποιούνται κυλινδρικές συντεταγμένες. Το C^* συμβολίζει το χρώμα (chroma) και υπολογίζεται από τα a^* και b^* , με βάση το τύπο $C^* = [(a^{*2} + b^{*2})]^{0.5}$, αναφέρεται στην ένταση και τη καθαρότητα του χρώματος. Το hue° , αναφέρεται στη γωνία απόχρωσης στον τροχό χρώματος όπου: (0° , κόκκινο, 90° ,

κίτρινο, 180°, πράσινο, 270°, μπλε) και υπολογίζεται από το τόξο της εφαπτομένης της διαίρεσης του b^*/a^* , η τιμή αυτή εκφράζεται σε ακτίνια, στο διάστημα από $-\pi/2$ έως $\pi/2$. Το CIRG, είναι δείκτης χρώματος για τις ερυθρές ποικιλίες και υπολογίζεται από τον τύπο $[(180 - \text{hue}^\circ)/(C^* + L^*)]$ (Carreño *et al.* 1995). Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με 30 επαναλήψεις για τη κάθε επέμβαση.

Δύναμη πρόσφυσης ράγας στον ποδίσκο (N): με τη χρήση φορητού ηλεκτρονικού δυναμόμετρου SAUTER FH-M (Model FH 10, Sauter GmbH, Germany) μετρήθηκε η πρόσφυση των ραγών κατά της αποκόλληση τους από το βόστρυχο.

2.10.4 Παραλαβή και προσδιορισμός της σύστασης του γλεύκους

Όταν ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις και οι καταγραφές για τα χαρακτηριστικά των σταφυλών αφαιρέθηκε ο βόστρυχος και πραγματοποιήθηκε η έκθλιψη των ραγών. Με αυτόν τον τρόπο το γλεύκος που προήλθε από κάθε δείγμα, συνολικά δηλαδή 10 δείγματα γλεύκους, τοποθετήθηκε σε γυάλινους περιέκτες μαζί με μικρή ποσότητα ουσίας που ήταν υπεύθυνη να αποτρέψει την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης κατά την αποθήκευσή τους. Βάσει αυτών των δειγμάτων του τρυγητού πραγματοποιήθηκαν με την ίδια διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω (καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης της ποικιλίας) οι μετρήσεις περιεκτικότητας του γλεύκους σε σάκχαρα, προσδιορισμός της ολικής οξύτητας και του pH του γλεύκους.



Εικόνα 13. Γυάλινοι περιέκτες αποθήκευσης του γλεύκους.

2.10.5 Προσδιορισμός των ολικών ανθοκυανινών και των ολικών φαινολικών ενώσεων

Ένας αριθμός ραγών που παραλείφθηκαν στον τρυγητό από την κάθε επέμβαση αποθηκεύτηκε στην κατάψυξη στους -80°C για να διατηρηθούν στην καλύτερη δυνατή κατάσταση. Στις 24 Μαρτίου του 2024 πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικές ανθοκυανίνες και ολικές φαινολικές ενώσεις του φλοιού της ράγας της ποικιλίας Black Magic. Εναρκτήριο στάδιο αποτελούσε η απόψυξή τους και έπειτα από λίγο η απομάκρυνση 2 δισκίων φλοιού από 2 διαφορετικές ράγες για κάθε πειραματικό πρέμνο, στο σύνολο 20 δείγματα φλοιού. Η μεθοδολογία προέβλεπε την τοποθέτηση των φλοιών και συγκεκριμένα ανά ζεύγη σε σωληνάρια που περιείχαν

αντιδραστήρια και αλληλοεπιδρώντας με τα δισκία, αυτά απελευθέρωναν ένα έντονο ροζ χρωματισμό λόγω της ύπαρξης ανθοκυανινών σύμφωνα με τους Iland *et al.*, (1996). Το διάλυμα εκχύλισης που χρησιμοποιήθηκε ήταν μεθανόλη (CH_3OH) με μικρή περιεκτικότητα σε HCl . Έπειτα της τοποθέτησης των διαλυμάτων εκχύλισης σε συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας (25°C) και απουσία φωτός, ποσότητα δειγμάτων μετά το πέρας των 48 ωρών τοποθετήθηκε σε καλύπτρες και ακολούθως στο φασματοφωτόμετρο για να προσδιοριστεί η απορρόφησή τους σε μήκος κύματος 520 nm. Οι τιμές καταγράφηκαν και



Εικόνα 14. Σωληνάρια με τα αντιδραστήρια για τον προσδιορισμό των ολικών ανθοκυανινών.

συγκρίθηκαν μεταξύ τους. Η προαναφερθείσα διαδικασία αφορούσε τον υπολογισμό των ανθοκυανινών με την διαφορά για τον προσδιορισμό των ολικών πολυφαινόλων να εντοπίζεται στο μήκος κύματος που αντιστοιχούσε στην τιμή των 765 nm, με μονάδα μέτρησης και για τις δύο τιμές εκφρασμένη σε mg/cm^2 . Ειδικότερα, ο προσδιορισμός των ολικών πολυφαινόλων πραγματοποιήθηκε με την λήψη ποσότητας διαλύματος από τα δείγματα που είχαν προηγουμένων δημιουργηθεί για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ανθοκυανινών. Μετά την προσθήκη του αντιδραστήριου Folin-Ciocalteu και διαλύματος Na_2CO_3 και το πέρας χρονικού διαστήματος για την ανάπτυξη χρώματος, προσδιορίστηκε η απορρόφηση στα 765 nm όπως προαναφέρθηκε. Η συγκεκριμένη διαδικασία πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους Singleton and Rossi (1965), υπεύθυνη για τον υπολογισμό και προσδιορισμό των ολικών φαινολικών ουσιών.

2.11 Γευσιγνωσία

Με βάση δώδεκα καταναλωτές πραγματοποιήθηκε η γευσιγνωσία, επιλέγοντας τυχαία δύο ράγες από την κάθε επέμβαση και στη συνέχεια ο κάθε καταναλωτής βαθμολόγησε την κάθε ράγα για την γεύση, την εμφάνιση και την τραγανότητα της. Η βαθμολογία εκφράστηκε με μια αριθμητική κλίμακα από το 0 έως το 9.

2.12 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση με το πακέτο SigmaPlot 12 software package (Systat Software,

Inc. SanJose, CA, USA). Η σύγκριση πραγματοποιήθηκε με την ανάλυση διασποράς με έναν παράγοντα (*One way Analysis of Variance*) σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$ και $p \leq 0,001$.

4. Αποτελέσματα και συζήτηση

Οι παρακάτω πίνακες και τα διαγράμματα παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος.

4.1 Ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων

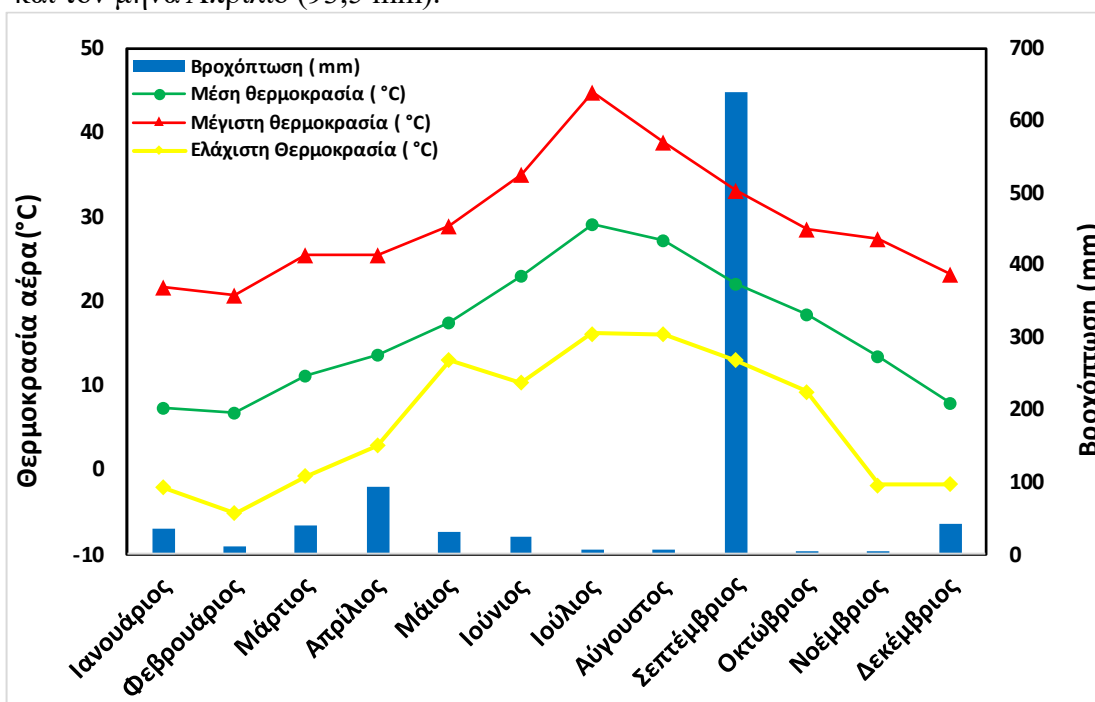
Κατά το έτος 2023 τα μετεωρολογικά δεδομένα της ευρύτερης περιοχής παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ενόψει των μεταβολών λόγω κλιματικής αλλαγής. Αρχικά, η μέση θερμοκρασία του έτους ανερχόταν στους $16,5^{\circ}\text{C}$. Όπως ήταν αναμενόμενο οι υψηλότερες θερμοκρασίες συγκεντρώνονταν τους καλοκαιρινούς μήνες, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο με την πιο ζεστή ημέρα του πειραματικού έτους στις 26/07 αγγίζοντας τους $44,8^{\circ}\text{C}$.

Για τις ελάχιστες θερμοκρασίες παρατηρήθηκε ότι ο μήνας Φεβρουάριος παρουσίασε τις χαμηλότερες τιμές με την ελάχιστη θερμοκρασία να αγγίζει τους $-5,1^{\circ}\text{C}$ στις 12/02. Η μεγαλύτερη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας παρατηρήθηκε κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο με τη θερμοκρασία να αυξάνεται κατά $6,1^{\circ}\text{C}$ (Διάγραμμα 5) Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι από το μήνα Φεβρουάριο μέχρι τον Μάιο, δηλαδή εντός 5 μηνών, υπήρξε αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά $10,2^{\circ}\text{C}$

Ο συνδυασμός της βροχόπτωσης, της άρδευσης και της εδαφικής υγρασίας καθορίζει σε ένα μεγάλο ποσοστό τις διορθωτικές ενέργειες στις οποίες θα προβούμε για να ισοσταθμίσουμε το ισοζύγιο του νερού. Ιδιαίτερα, το μέγεθος των βροχοπτώσεως παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για το συγκεκριμένο έτος και πιθανότητα προμηνύει καταστάσεις στις οποίες οι παραγωγοί θα έρχονται αντιμέτωποι στο εγγύς μέλλον.

Αναλυτικότερα, τον Σεπτέμβριο του 2023 στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας λόγω της κακοκαιρίας “Daniel” και των έντονων καιρικών φαινομένων που συνεπάγεται καταγράφηκαν 640 mm βροχής, τιμή σχεδόν 10πλάσια από τον μέσο όρο του έτους. Ο όγκος του νερού αυτού αντιστοιχούσε σε ποσότητα νερού που θα έπεφτε σε διάρκεια δέκα ετών με την έντονη απόκλιση του να παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5. Αυτά τα έντονα καιρικά φαινόμενα έλαβαν χώρα μετά τον τρυγητό της ποικιλίας Black Magic,

επομένως δεν είχαν κάποιον αρνητικό αντίκτυπο στην περάτωση του πειράματος. Εντούτοις, πέρα από τον Σεπτέμβριο παρατηρήθηκαν σημαντικές τιμές βροχόπτωσης και τον μήνα Απρίλιο (93,5 mm).

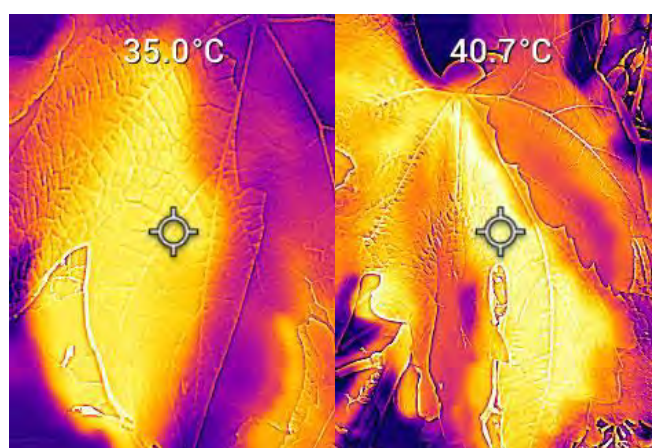


Διάγραμμα 5. Μηνιαία ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία (°C) και βροχόπτωση (mm) για το έτος 2023.

4.2 Αποτελέσματα δειγματοληψιών κατά την ωρίμανση και τον τρυγητό

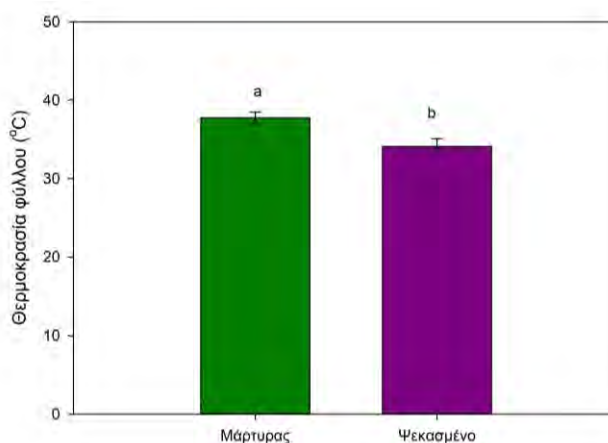
4.2.1 Σύγκριση σημειακών θερμοκρασιών μεταξύ των μεταχειρίσεων της ποικιλίας Black Magic

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μέτρησης από την θερμική κάμερα έδειξαν ότι οι σημειακές θερμοκρασίες των αντιπροσωπευτικών φύλλων των πρέμνων κατά την μέτρηση τους είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέση θερμοκρασία της μεταχείρισης του βιοδιεγέρτη είχε κατά 3,7°C βαθμούς μικρότερη θερμοκρασία συγκριτικά με το



Εικόνα 15. Σημειακές θερμοκρασίες αντιπροσωπευτικών φύλλων για την μεταχείριση του ψεκάσμένου (αριστερά) και του μάρτυρα (δεξιά) της ποικιλίας Black Magic στις 12 Ιουλίου.

μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία του μάρτυρα ήταν 37,8°C, ενώ του βιοδιεγέρτη 34,1°C, διαφορά της τάξεως του 9,7% (Διάγραμμα 6). Στην Εικόνα 14, παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές θερμοκρασιών που λήφθηκαν τις μεσημεριανές ώρες. Η συγκεκριμένη διαφορά των θερμοκρασιών αποτελεί μείζονος σημασίας καθώς επιβεβαιώνει ότι η χρήση του βιοδιεγέρτη κατάφερε να διατηρήσει τη θερμοκρασία σε χαμηλότερα επίπεδα από ότι του μάρτυρα, προστατεύοντας την φυλλική επιφάνεια των πρέμνων από τυχόν εγκαύματα. Σε αντιστοιχία με τους Repke *et al.*, (2022), οι θερμοκρασίες των φύλλων που είχαν δεχτεί ποσότητα βιοδιεγέρτη κατάφεραν να ανταπεξέλθουν στις υψηλές θερμοκρασίες, μειώνοντας την και διατηρώντας μια χαμηλότερη μέση θερμοκρασία σε αντίθεση με την μεταχείριση του μάρτυρα ο οποίος έρχονταν αντιμέτωπος με την θερμική καταπόνηση.

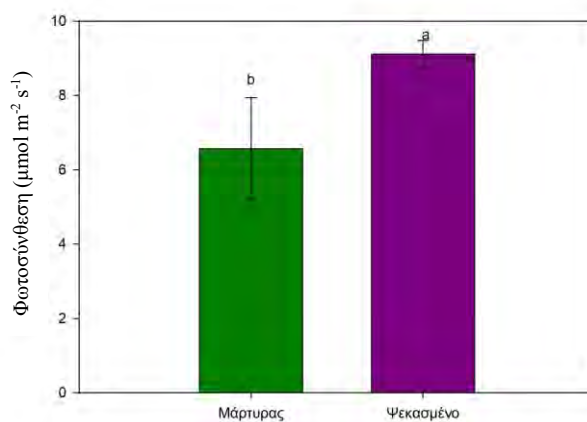


Διάγραμμα 6. Μέση θερμοκρασία των φύλλων (°C) για την μεταχείριση του μάρτυρα (πράσινη στήλη) και του ψεκασμένου (μωβ στήλη) της ποικιλίας Black Magic. (Τα γράμματα των στηλών διαφέρουν μεταξύ τους λόγω της στατιστικής απόκλισης βάσει της τιμής $p \leq 0,05$ για τις δύο μεταχειρίσεις).

4.2.2 Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων

Προέκυψε ότι η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των ψεκασμένων φύλλων παρουσίασε στατιστικώς σημαντική αύξηση στην μεταχείριση του βιοδιεγέρτη κατά 75,2% έναντι του μάρτυρα (Διάγραμμα 7). Στα πλαίσια του πειράματος των Cataldo *et al.*, (2022), όπου μελέτησαν την επίδραση ενός βιοδιεγέρτη στη φωτοσύνθεση φυτών αμπέλου παρατηρήθηκε αύξηση κατά $2,7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Τα δεδομένα αυτά συνάδουν με αυτά της παρούσας εργασίας, όπου παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων κατά $3,92 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Ως προς την στοματική αγωγιμότητα, δεν παρουσίασε στατιστική

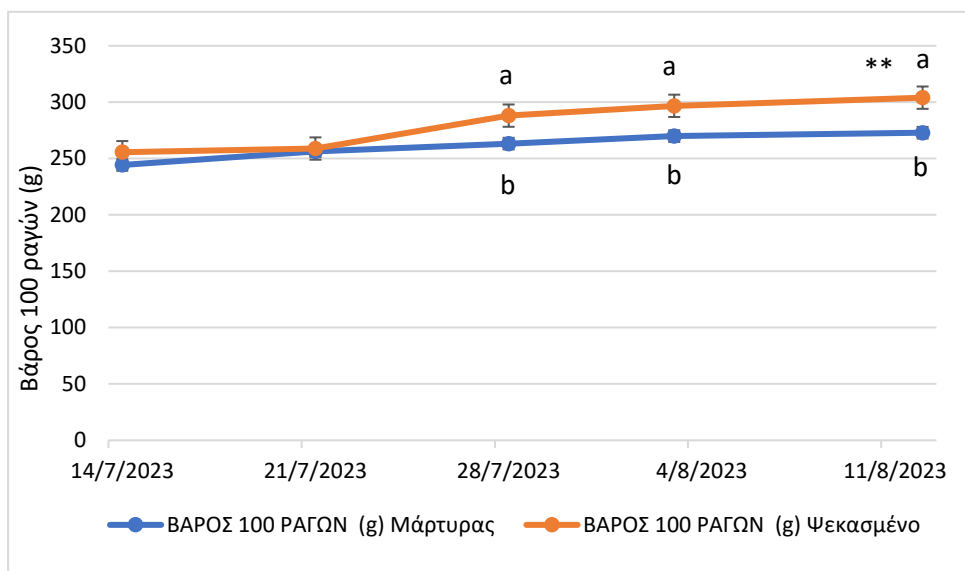
διαφορά, με αποτέλεσμα να μην μεταβληθεί ούτε η ενδογενής αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (WUE) (Blum, 2009).



Διάγραμμα 7. Φωτοσυνθετική Ικανότητα ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) για τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας. Η παρουσία διαφορετικού γράμματος υποδηλώνει την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικής διαφοράς με βάση την τιμή του $p \leq 0,05$.

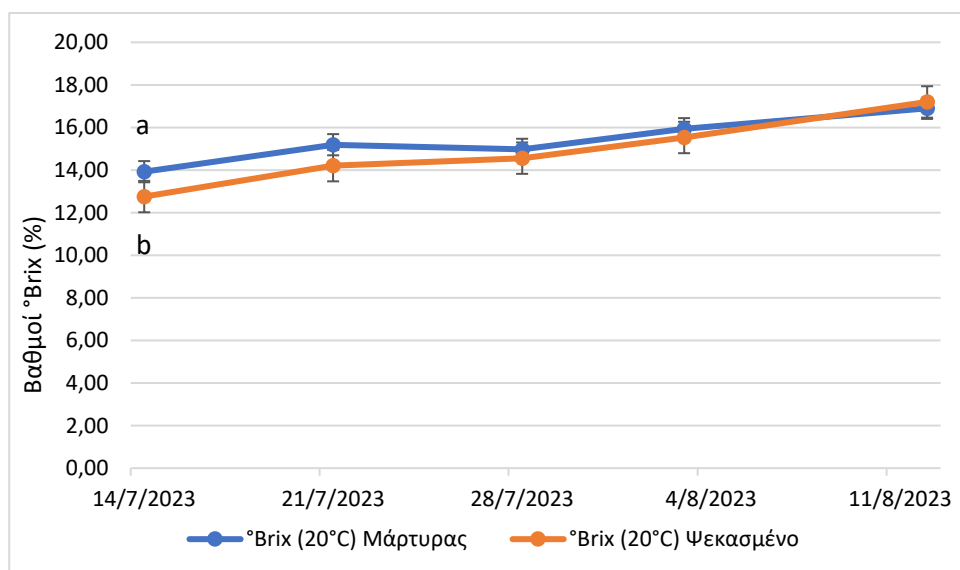
4.2.3 Μεταβολή του βάρους των ραγών κατά την ωρίμανση

Η μεταβολή του βάρους των ραγών (g) αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης κατά την ωρίμανση της ποικιλίας συγκρίνοντας την επίδραση του βιοδιεγέρτη σε σχέση με αυτή του μάρτυρα. Όπως γίνεται αντιληπτό από το Διάγραμμα 8, η μεταχείριση των ψεκασμένων πρέμνων είχε σταθερά μεγαλύτερο βάρος, με εξαίρεση τις δειγματοληψίες στις 14/7 και 21/7. Στον τρυγητό καταγράφηκε αύξηση του βάρους των ραγών που προέρχονταν από ψεκασμένα πρέμνα με το βιοδιεγέρτη κατά 11,4% έναντι του μάρτυρα. Αντίστοιχα αποτελέσματα με το σκεύασμα Protonic® Quattro έδειξαν οι Khan *et al.*, (2012) με την χρήση εκχυλισμάτων αμινοξέων και εκχυλισμάτων θαλάσσιων φυκών στο βάρος της ράγας. Συγκεκριμένα, παρουσίασαν αύξηση του βάρους κατά 14,78% για τις ράγες που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης, συγκριτικά με τον μάρτυρα του πειράματος.



Διάγραμμα 8. Μεταβολή του βάρους 100 ραγών (g) κατά την ωρίμανση της ποικιλίας Black Magic.

4.2.4 Μεταβολή των διαλυτών στερεών συστατικών (°Brix) κατά την ωρίμανση
 Παράλληλα με το βάρος των ραγών προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα των γλεúčκων των δύο μεταχειρίσεων σε ολικά διαλυτά στερεά (°Brix), με αυτή του μάρτυρα να υπερτερεί ελάχιστα κατά 1,17°Brix στην πρώτη δειγματοληψία (14/7) (Διάγραμμα 9). Η διαφορά μεταξύ τους βρισκόταν στο 8,41% με τη μεταχείριση του βιοδιεγέρτη να ξεπερνάει την περιεκτικότητα του μάρτυρα στο στάδιο του τρυγητού με διαφορά μόλις 1,78%. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκαν άλλες ουσιαστικές στατιστικές διαφορές. Τα δεδομένα αυτά έρχονται σε συμφωνία με αυτά των Mannino *et al.*, (2021) και Meggio (2023), όπου οι συγκεντρώσεις των ολικών διαλυτών στερεών δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

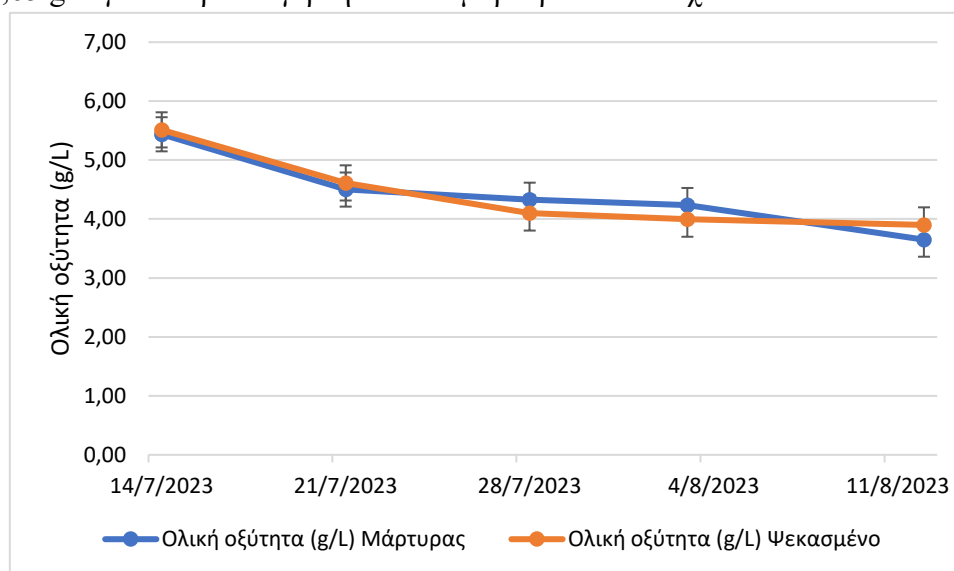


Διάγραμμα 9. Η πορεία μεταβολής των ολικών διαλυτών στερεών (°Brix) στο γλεύκος της ποικιλίας Black Magic από το στάδιο του περκασμού και έως τον τρύγο. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($p < 0,05$). Οι ράβδοι συμβολίζουν την τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών για $p < 0,05$.

4.2.5 Μεταβολή της ολικής οξύτητας κατά την ωρίμανση

Αντίστοιχα, η πορεία μεταβολής της ολικής οξύτητας εκφρασμένη σε g/L επιβεβαίωσε την μείωση της οξύτητας με την πάροδο του χρόνου, όπως είναι γνωστό. Τα αποτελέσματα δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντική διαφορά (Διάγραμμα 10). Αξίζει να τονιστεί πως σε συμφωνία με τις έρευνες των Mannino *et al.*, (2021) και Meggio (2023), η οξύτητα δεν εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Να αναφερθεί ότι το εύρος της ολικής οξύτητας που ενδείκνυται για την συγκομιδή της συγκεκριμένης ποικιλίας είναι από 5,4 έως 6,1 g/L (Godoroja *et al.*, 2020), εν αντιθέσει με τα δεδομένα του πειράματος, όπου ο τρύγος πραγματοποιήθηκε με οξύτητες 3,9 g/L και 3,65 g/L για τον βιοδιεγέρτη και τον μάρτυρα αντίστοιχα.



Διάγραμμα 10. Η πορεία μεταβολής της ολικής οξύτητας (g/L) του γλεύκους του μάρτυρα (μπλε γραμμή) έναντι του ψεκασμένου (πορτοκαλί γραμμή) της ποικιλίας Black Magic από το στάδιο του περκασμού και έως τον τρύγο.

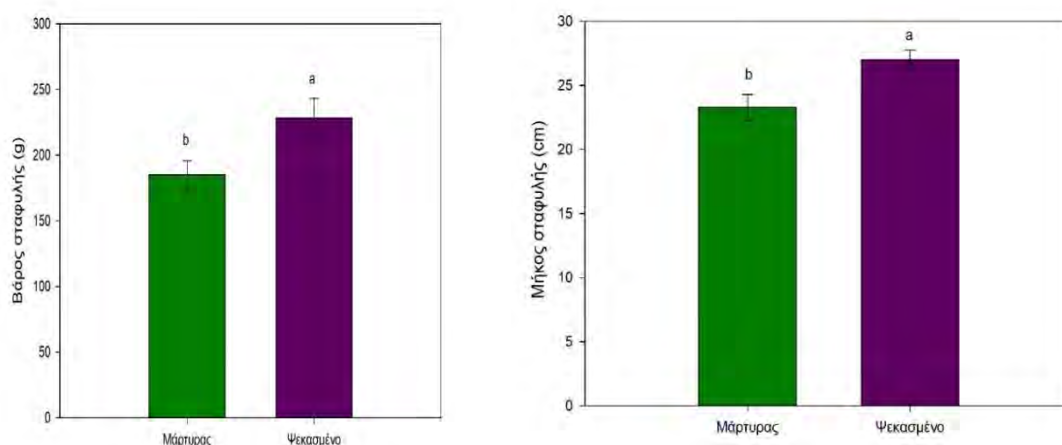
4.3 Αποτελέσματα Τρυγητού

4.3.1 Βάρος και μήκος σταφυλής

Στον τρυγητό πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις των σταφυλών και η στατιστική ανάλυση των δεδομένων, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Συγκεκριμένα, η σταφυλή της ψεκασμένης επέμβασης βρέθηκε μεγαλύτερη σε μήκος από του μάρτυρα (cm) κατά 16% ενώ σε βάρος (g) ξεπέρασε το 23% (Διάγραμμα 11). Αξίζει να αναφερθεί ότι τα ποσοστά των πράσινων ραγών ήταν ιδιαίτερα χαμηλά, τόσο

στις σταφυλές του μάρτυρα (14%), όσο και των ψεκασμένων σταφυλών (13%), χωρίς να παρατηρούνται ωστόσο στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύμφωνα με τον Meggio (2023) στην αντίστοιχη μελέτη του σχετικά με την επίδραση βιοδιεγέρτη της εταιρείας Hello-Nature, προερχόμενος από υδρολυμένες πρωτεΐνες, οι μετρήσεις που αφορούσαν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της σταφυλής βρέθηκαν να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά, έρχοντας σε συμφωνία με την παρούσα εργασία. Ειδικότερα, ως προς βάρος της σταφυλής, στην μεταχείριση που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης της Hello-Nature, το μέσο βάρος σταφυλής ήταν 122,18 g, εν αντιθέσει με τον μάρτυρα που είχε βάρος μόλις 70 g. Επιπροσθέτως, το μήκος της σταφυλής που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης ήταν κατά μέσο όρο 15,54 cm, ενώ ο ανέκαστος μάρτυρας είχε μόλις 13,1 cm, διαφορά της τάξεως του 18,6%.



Διάγραμμα 11. Το βάρος (g) και μήκος των σταφυλών (cm) για τις δύο μεταχειρίσεις της ποικιλίας Black Magic. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($p < 0,05$).

4.3.2 Βάρος βόστρυχου και πυκνότητα σταφυλής

Όσον αφορά τις μετρήσεις που αναλύθηκαν σε προηγούμενη ενότητα και αφορούσαν το βάρος του βόστρυχου (g), ενώ δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά αξίζει να αναφερθεί ότι το βάρος του βόστρυχου της ψεκασμένης μεταχείρισης αυξήθηκε κατά 15,7% σε σύγκριση με τον μάρτυρα (Πίνακας 3).

Το ίδιο ισχύει και για την πυκνότητα της σταφυλής εκφρασμένο σε αριθμό ραγών/cm και σε g/cm με την μεταχείριση που εφαρμόστηκε το Protonic® Quattro να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές πυκνότητας σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 4,5% και 18,1%, αντιστοίχως (Πίνακας 3). Να αναφερθεί ότι παρά την μεγάλη ποσοστιαία διαφορά στην

πυκνότητα της σταφυλής εκφρασμένη σε g/cm, λόγο των μεγάλων τυπικών αποκλίσεων δεν ήταν δυνατή η εύρεση στατιστικής διαφοράς.

4.3.3 pH γλεύκους

Επιπροσθέτως, το pH βρέθηκε αυξημένο κατά ένα πολύ μικρό ποσοστό της τάξης του 0,83%. Όπως αναφέρει ο Meggio (2023), σχετικά με τις τιμές του pH που ανέρχονταν περί τα 3,4 και της παρούσας πειραματικής διατριβής στα 3,6, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των εκάστοτε πειραμάτων καθώς φάνηκε ο βιοδιεγέρτης να μην επηρεάζει τις τιμές του pH.

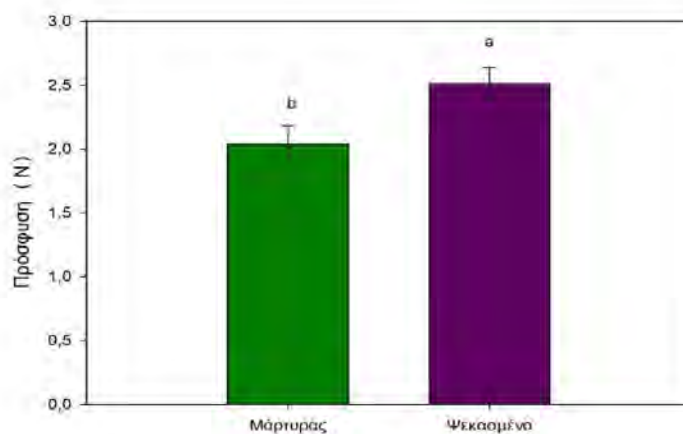
Πίνακας 3. Μέση τιμή της πυκνότητας σταφυλών, του βάρους του βοστρύχου, καθώς και των τιμών pH, για τον μάρτυρα και την μεταχείριση του βιοδιεγέρτη.

	Protonic® Quattro	Μάρτυρας
Πυκνότητα σταφυλής (g/cm)	8,02a	9,47a
Πυκνότητα σταφυλής (n° ραγών/cm)	2,22a	2,32a
βάρος βόστρυχου (g)	12,07a	13,96a
pH	3,66a	3,63a

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

4.3.4 Δύναμη πρόσφυσης του ποδίσκου της ράγας

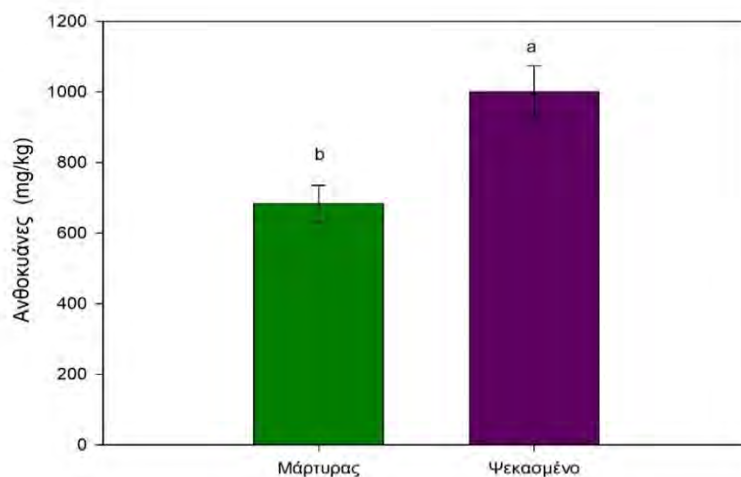
Τα αποτελέσματα του πειράματος σχετικά με την αποκοπή της ράγας από τον ποδίσκο, έδειξαν αύξηση της δύναμης πρόσφυσης στις ράγες που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης. Ειδικότερα, παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην πρόσφυση των ραγών (N), με το Protonic® Quattro να αυξάνει την πρόσφυση τους κατά 23,3%, με τον μάρτυρα να παρουσιάζει μέση τιμή μόλις 2,04 N, σε αντίθεση με τον βιοδιεγέρτη που είχε μέση τιμή 2,51 N (Διάγραμμα 12).



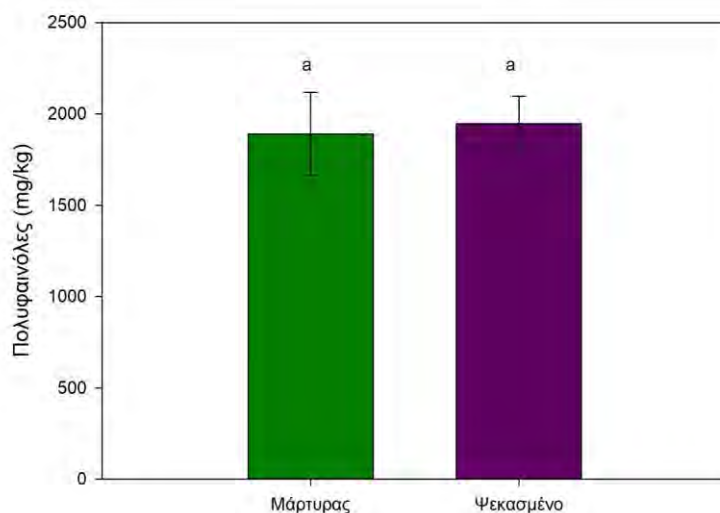
Διάγραμμα 12. Η πρόσφυση των ραγών της ποικιλίας (N) από τον ποδίσκο της σταφυλής. Τα γράμματα των στηλών διαφέρουν μεταξύ τους λόγω της στατιστικής απόκλισης βάσει της τιμής $p \leq 0,05$ για τις δύο μεταχειρίσεις.

4.3.5 Περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες και ολικές φαινόλες

Η περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες στους φλοιούς των ραγών μετά την διαδικασία των μετρήσεων τους παρουσίασε στατιστική σημαντική διαφορά επιβεβαιώνοντας την αναγκαιότητα της χρήσης του βιοδιεγέρτη καθώς ενίσχυσε την απόδοση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της ποικιλίας. Συγκεκριμένα, η μεταχείριση του βιοδιεγέρτη παρουσίασε συγκέντρωση ανθοκυανινών μεγαλύτερη κατά 46,4% συγκριτικά με αυτή του μάρτυρα, με την μέση περιεκτικότητα του Protonic® Quattro να είναι 1.000,53 mg/kg, ενώ του μάρτυρα μόλις στα 683,42 mg/kg (Διάγραμμα 13). Ως προς την συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ενώσεων, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τον μάρτυρα να παρουσιάζει μέση συγκέντρωση 1.890 mg/kg, ενώ ο βιοδιεγέρτης 1.946 mg/kg. Οι Soltaniband *et al.*, (2022) μελετώντας την επίδραση βιοδιεγέρτη στην ποιότητα φρούτων και συγκεκριμένα της φράουλας, κατέγραψαν αύξηση της τάξης του 17% στην συγκέντρωση ανθοκυανινών σε σχέση με τον μάρτυρα όπως συνέβη και στην παρούσα μελέτη, όπου παρατηρήθηκε αύξηση κατά 31,74%.



Διάγραμμα 13. Οι συγκεντρώσεις σε ολικές ανθοκυανίνες (mg/kg του βάρους της ράγας της σταφυλής) του φλοιού για τις δύο επεμβάσεις της ποικιλίας Black Magic στον τρυγητό. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($p < 0,05$). Οι ράβδοι συμβολίζουν την τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών για $p < 0,05$.



Διάγραμμα 14. Οι συγκεντρώσεις σε ολικές φαινόλες (mg/kg του βάρους της ράγας της σταφυλής) του φλοιού για τις δύο επεμβάσεις της ποικιλίας μετά τον τρύγο. Τα γράμματα των στηλών δεν διαφέρουν μεταξύ τους λόγω της έλλειψης στατιστικής απόκλισης βάσει της τιμής $p \leq 0,05$ για τις δύο μεταχειρίσεις.

4.3.6 Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των ραγών

Οι κατηγορίες οι οποίες εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές παραθέτονται στους Πίνακες 4 και 5, που αφορούν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της ράγας και έπειτα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του χρώματός της. Γενικώς ισχύει ότι η ψεκασμένη μεταχείριση απέδωσε και στο επίπεδο της ράγας συγκεντρώνοντας μεγαλύτερα ποσοστά στο: βάρος (11,4%), μήκος (12,13%) και πλάτος της ράγας (19,17%) συγκριτικά με τον μάρτυρα. Το βάρος του φλοιού ήταν το μόνο που δεν παρουσίασε στατιστική σημαντική διαφορά. Αξιοσημείωτο ήταν η ποσοστιαία μεταβολή του σχετικού βάρους φλοιού/ράγα το οποίο ήταν σχεδόν κατά 5 φορές αυξημένο στην μεταχείριση που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης. Αντίστοιχα αποτελέσματα παρουσίασαν

οι Khan *et al.*, (2012) με την χρήση εκχυλισμάτων αμινοξέων και θαλάσσιων φυκών στο μέγεθος της ράγας, όπου παρατήρησαν αύξηση κατά 7,33% έναντι του αψέκαστου μάρτυρα.

Για τον Πίνακα 5, οι τιμές αντιστοιχούν στην ένταση και στην καθαρότητα του χρώματος των ραγών. Επιθυμητό χαρακτηριστικό είναι η όσο το δυνατότερο μικρότερη τιμή του δείκτη b^* και η όσο μεγαλύτερη τιμή του a^* όπως εξακριβώνεται από τον Πίνακα 5. Ειδικότερα, ως προς την τιμή του L που εκφράζει την φωτεινότητα του χρώματος, ο μάρτυρας κατά μέσο όρο είχε πιο σκούρο χρώμα με τιμή 27,89, σε αντίθεση με τον βιοδιεγέρτη που είχε τιμή 29,34. Ως προς της τιμή του a^* που εκφράζει τις αποχρώσεις του κόκκινου, οι ράγες που εφαρμόστηκε ο βιοδιεγέρτης παρουσίασαν στατιστικά υψηλότερες τιμές από την μεταχείριση του μάρτυρα, με τις μέσες τιμές να είναι 1,306 και 0,702 αντίστοιχα. Σχετικά με το b^* , το οποίο αντιπροσωπεύει τις αποχρώσεις του μπλε, και εκεί παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, με τις ψεκασμένες ράγες να παρουσιάζουν τιμή -1,285 έναντι του μάρτυρα που είχε τιμή -0,301. Επιπροσθέτως, η τιμή C^* που εκφράζει την ένταση του χρώματος, είχε στατιστικά υψηλότερες τιμές στις ράγες του μάρτυρα έναντι του βιοδιεγέρτη, και συγκεκριμένα είχαν τιμές -0,583 και 3,069 αντίστοιχα. Σχετικά με την τιμή hue° , η οποία εκφράζει την χροιά του χρώματος και μετράτε σε μοίρες, η μεταχείριση του βιοδιεγέρτη είχε σημαντικά μικρότερη τιμή από τον μάρτυρα του πειράματος, με τον τελευταίο να παρουσιάζει τιμή 347,02 εν αντιθέσει με τον βιοδιεγέρτη που είχε τιμή 298,65. Συνολικά, οι προαναφερθείσες τιμές υποδηλώνουν την θετική επίδραση του βιοδιεγέρτη στην ενίσχυση του χρώματος των ραγών. Τέλος, ο δείκτης χρώματος



Εικόνα 16. Αντιπροσωπευτικές σταφυλές των μεταχειρίσεων του μάρτυρα (αριστερά) και του βιοδιεγέρτη (δεξιά).

CIRG, που εφαρμόζεται στις ερυθρές ποικιλίες και εκφράζεται από τον τύπο $[(180 - \text{hue}^\circ)/(\text{C}^* + \text{L}^*)]$ (Carreño *et al.*, 1995), δεν παρουσίασε στατιστικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Πίνακας 4. Ποσοτικά χαρακτηριστικά της ράγας για τις δύο μεταχειρίσεις της ποικιλίας Black Magic στον τρυγητό.

Παράμετροι	Protonic® Quattro	Μάρτυρας
Βάρος ράγας (g)	3,040a	2,729b
Μήκος ράγας (mm)	21,309a	18,724b
Πλάτος ράγας (mm)	15,765a	12,743b
Βάρος φλοιού (g)	0,193a	0,227a
Βάρος φλοιού/ Βάρος ράγας (%)	6,351a ***	1,105b

* Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (για $p \leq 0,001$) μεταξύ των επεμβάσεων.

Πίνακας 5. Η επίδραση των επεμβάσεων στον χρωματισμό των φλοιών των ραγών της ποικιλίας Black Magic στον τρυγητό.

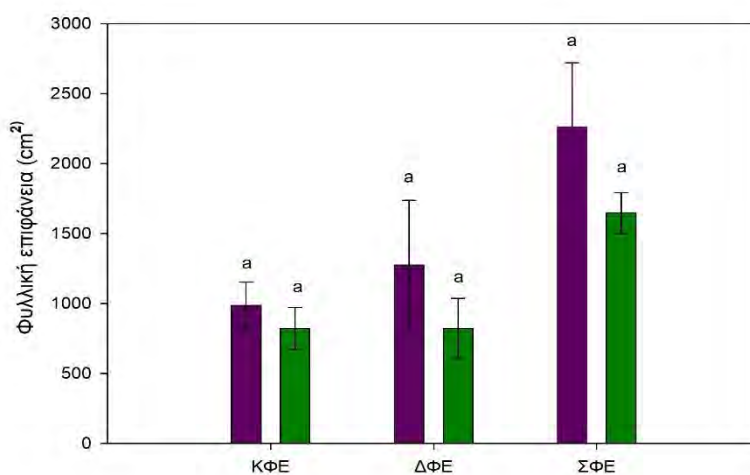
Παράμετροι	Protonic® Quattro	Μάρτυρας
L*	29,339a	27,887b
a*	0,702b	1,306a
b*	-1,285b	-0,301a
C*	-0,583b	3,069a
Hue	298,65b	347,02a
CIRG	6,402a	6,443a

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

4.3.7 Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας

Η στατιστική ανάλυση της φυλλικής επιφάνειας (cm^2) των δυο επεμβάσεων δεν παρουσίασε κάποια στατιστική διαφορά (Διάγραμμα 15). Σύμφωνα με την έρευνα του

Meggio (2023) η συνολική φυλλική επιφάνεια (cm²) δεν επηρεάστηκε με την εφαρμογή βιοδιεγερτών, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Ενδεικτικά οι τιμές της φυλλικής επιφάνειας για την έρευνα του Meggio αντιστοιχούσε στα 800 (cm²), ενώ στην παρούσα εργασία στα 2600 (cm²).



Διάγραμμα 15. Κύρια, δευτερεύουσα και συνολική φυλλική επιφάνεια για τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας. Η παρουσία ίδιου γράμματος υποδηλώνει την απουσία της στατιστικής σημαντικής διαφοράς με βάση την τιμή του $p \leq 0,05$.

4.4 Γευσιγνωσία

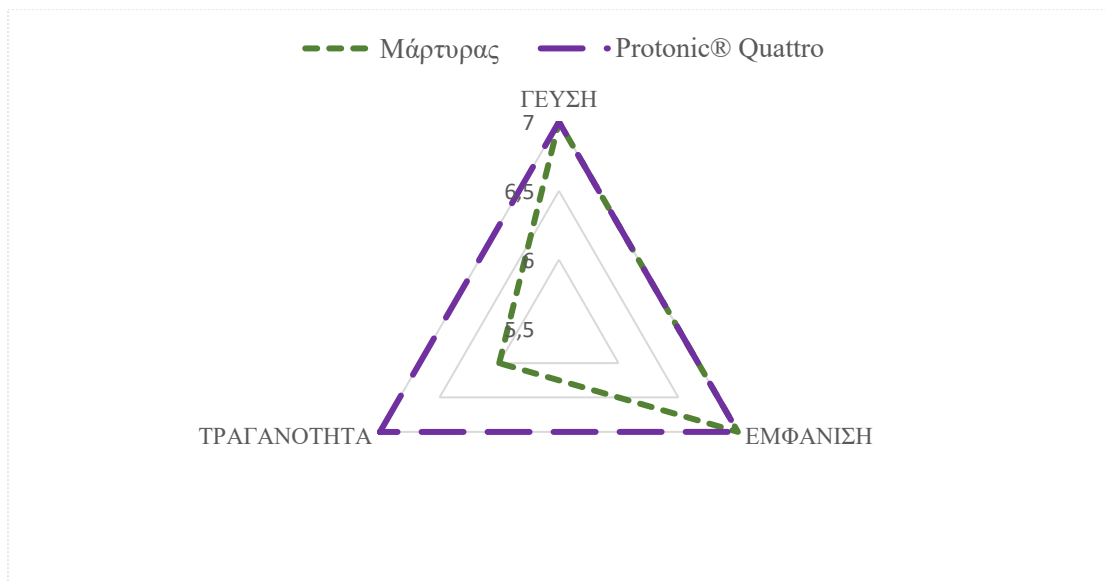
Στα πλαίσια της διεκπαιρέωσης του πειράματος διεξήχθησε η γευστιγνωσία μεταξύ των ραγών από σταφυλές που είχαν δεχτεί το Protonic[®] Quattro και ράγες από τις σταφυλές του μάρτυρα. Οι κατηγορίες που βαθμολογήθηκαν με κλίμακα από το 1 μέχρι το 9 όπως φαίνεται και στον Πίνακα 6, αφορούσαν τη γεύση, την τραγανότητα και την εμφάνιση των ραγών. Από το σύνολο των βαθμολογιών και τους μέσους όρους κάθε κατηγορίες προέκυψε ότι η επέμβαση με το Protonic[®] Quattro ενώ δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές, είχε τις υψηλότερες βαθμολογίες έναντι του μάρτυρα (Πίνακας 7). Η μεγαλύτερη διαφορά, ωστόσο μη στατιστικά σημαντική, εντοπίστηκε στην κατηγορία της τραγανότητας με τον βιοδιεγέρτη να έχει υψηλότερη τιμή κατά 6,5% από τον μάρτυρα (Διάγραμμα 16).

Πίνακας 6. Κλίμακα βαθμολογίας κατά την διαδικασία της γευστιγνωσίας της ποικιλίας Black Magic.

ΚΛΙΜΑΚΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1	Εξαιρετικά φτωχή ή μαλακή υφή
3	Φτωχό ή μαλακό σε υφή και γεύση
5	Μέτριο στα όρια εμπορικότητας
7	Καλό
9	Εξαιρετικό

Πίνακας 7. Η επίδραση της επέμβασης με βιοδιεγέρτη στη γεύση, στην εμφάνιση και στην τραγανότητα των ραγών της ποικιλίας Black Magic στον τρυγητό.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Μάρτυρας	Protonic® Quattro
ΓΕΥΣΗ	6,56	6,64
ΕΜΦΑΝΙΣΗ	6,64	6,76
ΤΡΑΓΑΝΟΤΗΤΑ	6,12	6,52
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	19,32	19,92



Διάγραμμα 17. Οι μέσοι όροι της γεύσης, τραγανότητας και εμφάνισης για τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Black Magic.



Εικόνα 18. Δοκιμαστικά πλαστικά ποτηράκια με αρίθμηση για την διαδικασία της γευσιγνωσίας.

5. Συμπεράσματα

Από την μελέτη της επιτραπέζιας ποικιλίας Black Magic, κατά το πειραματικό έτος 2023, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

- ✓ Η θερμοκρασία του φύλλου των ψεκασμένων με βιοδιεγέρτη πρέμων κατάφερε να διατηρηθεί σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτήν του μάρτυρα.
- ✓ Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των ίδιων φύλλων παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές σε σύγκριση με τον μάρτυρα.
- ✓ Τα ποσοτικά (μήκος και βάρος σταφυλής, βάρος ράγας, δύναμη πρόσφυσης του ποδίσκου της ράγας) και ποιοτικά (ανθοκυανίνες και χρώμα φλοιού ράγας) χαρακτηριστικά της σταφυλής των ψεκασμένων με βιοδιεγέρτη πρέμων παρουσίασαν υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή του διαφυλλικού ψεκασμού με βιοδιεγέρτη Protonic® Quattro στις συνθήκες του πειράματός μας, αφού ενίσχυσε τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της επιτραπέζιας ποικιλίας Black Magic, θα μπορούσε να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια των αμπελουργών ενόψει της κλιματικής αλλαγής.

6.Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ελληνική στατιστική Υπηρεσία (2016). Κατανομή της έκτασης της Ελλάδος κατά βασικές κατηγορίες χρήσης κάλυψης, κατά Περιφέρεια και Νομό.
- Μακρίδης Τ., 2008. Easy Wine. Εκδόσεις. New line.
- Νικολάου Ν.Α., 2012. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Τσακίρης Ν.Α., 1995. Κάνω το δικό μου κρασί. Εκδόσεις Ψυχάλος.
- Τσακίρης Ν.Α., 1995. Ελληνική Οινογνωσία. Εκδόσεις Ηνίοχος.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2016. Καλλιεργούμενες εκτάσεις ποικιλιών αμπέλου στην Ελλάδα.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Abdel Latef A.A., Srivastava A.K., Saber H., Alwaleed E.A., Tran L.S., 2017. *Sargassum muticum* and *Jania rubens* regulate amino acid metabolism to improve growth and alleviate salinity in chickpea. *Sci Rep* 7:10537.
- Adhikari S., Adhikari A., Weaver D.K., Bekkerman A., Menalled F.D., 2019. Impacts of agricultural management systems on biodiversity and ecosystem services in highly simplified dryland landscapes. *Sustainability*, 11, 3223.
- Arias L. A., Berli F., & Fontana A., 2022. Climate change effects on grapevine physiology and biochemistry: Benefits and challenges of high altitude as an adaptation strategy. *Front. Plant Sci.*, 13.
- Arioli T., Mattner S.W., & Winberg, P.C., 2015. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. *Journal of applied phycology*, 27: 2007-2015.
- Babazadeh B.A., Sadeghzadeh N. & Hajiboland R., 2023. The impact of algal extract as a biostimulant on cold stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Applied Phycology*, 35(6), 2919-2933.
- Baillod M. & Baggiolini, M., 1993. Reference stages in grapevine.
- Battacharyya D., Babgohari M.Z., Rathor P., Prithiviraj B., 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.*, 196, 39-48.

- Bhat Z.A., Reddy Y.N., Srihari D., Bhat J.A., Rashid R and Rather J.A., 2011. New generation growth regulators - brassinosteroids and CPPU improve bunch and berry characteristics in 'Tas-A-Ganesh' Grape. *International Journal of Fruit Science* 11:309-315.
- Bitu C.E., Gerats T., 2013. Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Front Plant Sci* 4:1–18.
- Blum A., 2009. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field crops research*, 112(2-3), 119-123.
- Bulgari R., Cocetta G., Trivellini A., Vernieri P. and Ferrante A., 2014. Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture and Horticulture* 31(1):1-17.
- Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil.*, 383, 3–41.
- Carreño J., Martínez A., Almela L. and Fernandez-Lopez J.A., 1995. Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. *Journal of Food Research International*, 28: 373–377.
- Cataldo E., Fucile M., & Matti G. B., 2022. Biostimulants in viticulture: A sustainable approach against biotic and abiotic stresses. *Plants*, 11(2), 162.
- Crioli T., Mattner S., Winberg P., 2015. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. *J Appl Phycol* 27: 2007–2015.
- Du Jardin, P. 2015. Plant Biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.* 196, 3–14.
- Duchêne E., & Schneider C., 2005. Grapevine and climatic changes: A glance at the situation in Alsace. *Agron. Sustain. Dev.*, 25, 93-99.
- El Borray M., Mostafa M. and Hamed A., 2007. Effect of some biostimulant on yield and berry qualities of grapevines. *Journal of Agriculture Science Mansoura University* 4729-4744.
- Fraga H., Malheiro A.C., Moutinho-Pereira J., Santos J.A., 2012. An overview of climate change impacts on European viticulture. *Food Energy Secur.*, 1, 94–110.

- Franzoni G., Cocetta G., Prinsi B., Ferrante A., & Espen L., 2022. Biostimulants on crops: Their impact under abiotic stress conditions. *Horticulturae*, 8(3), 189.
- Frioni T., Sabbatini P., Tombesi S., Norrie J., Poni S., Gatti M., Palliotti A., 2018. Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. *Sci. Hortic.*, 232, 97-106.
- Ganugi P., Caffi T., Gabrielli M., Secomandi E., Fiorini A., Zhang L., and Lucini L., 2023. A 3-year application of different mycorrhiza-based plant biostimulants distinctively modulates photosynthetic performance, leaf metabolism, and fruit quality in grapes (*Vitis vinifera* L.). *Frontiers in Plant Science*, 14, 1236199.
- Godoroja M., Nicolaescu G., Călugăr A., Ștefan I.M., Babeș A.C., Bunea C.I., 2020. Influence of vine vigor growth on Codreanca (black magic) table grapes quality. *Agricultura*, 113, 70-82
- Górka B., Korzeniowska K., Lipok J., & Wieczorek P.P., 2018. The Biomass of algae and algal extracts in agricultural production. *Algae biomass: Characteristics and applications: Towards algae-based products*, 103-114.
- Hannah L., Roehrdanz P.R., Ikegami M., Shepard A. V., Shaw M.R., Tabor G., Zhi L., Marquet P.A., Hijmans R.J., 2013. Climate change, wine, and conservation. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 110, 6907-6912.
- Hussain H. I., Kasinadhuni N., & Arioli T., 2021. The effect of seaweed extract on tomato plant growth, productivity and soil. *Journal of Applied Phycology*, 33(2), 1305-1314.
- Iland P. G., Cynkar W., Francis I. L., Williams, P. J., & Coombe B.G., 1996. Optimisation of methods for the determination of total and red-free glycosyl glucose in black grape berries of *Vitis vinifera*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2(3), 171-178.
- Jones G.V., Davis R.E., 2000. Climate Influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *Am. J. Enol. Vitic.*, 51, 249-261.
- Kapoore R.V., Wood E.E., Llewellyn C.A., 2021. Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices. *Biotechnol. Adv.* 49, 107754.

- Keller M., 2020. The science of grapevines. Anatomy and physiology. 554 p. Academic Press, Cambridge.
- Khan A.S., Ahmad B., Jaskani M.J., Ahmad R., Malik A.U., 2012. Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophylum nodosum*) extract improve growth and physico chemical properties of grapes. *Int. J. Agric. Biol.*, 14, 383-388.
- Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M.N., Rayorath P., Hodges D.M., Critchley A.T., Craigie J.S., Norrie J., Prithiviraj B., 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.*, 28, 386 399.
- Liu Q., Xi Z., Gao J., Meng Y., Lin S. and Zhang Z., 2016. Effects of exogenous 24-epibrassinolide to control grey mould and maintain post-harvest quality of table grapes. *International Journal of Food Science and Technology* 51:236-1243.
- Mannino G., Carla G., Andrea E., Graziella, Cinzia M.B., 2021. Anthocyanins: Biosynthesis, Distribution, Ecological Role, and Use of Biostimulants to Increase Their Content in Plant Foods—A Review.
- Mattner S., Wite D., Riches D., Porter I., Arioli T., 2013. The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biol Agric Hortic* 29:258–270.
- Meggio F., 2023. Use of biostimulant products based on vegetable protein hydrolysates: a case study on cv. Pinot gris.
- Monteiro E., Gonçalves B., Cortez I. and Castro I., 2022. The role of biostimulants as alleviators of biotic and abiotic stresses in grapevine: A review. *Plants* 11: 396.
- 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.
- Renfrew, J. M., 2002. Archaeology and the origins of wine production. In *Wine* (pp. 56-69). CRC Press.

- Repke R.A., Silva, D.M.R., Dos Santos, J.C. & De Almeida Silva M., 2022. Increased soybean tolerance to high-temperature through biostimulant based on *Ascophyllum nodosum* (L.) seaweed extract. Volume 34, 3205–3218.
- Ricci M., Tilbury L., Daridon B., & Sukalac K., 2019. General principles to justify plant biostimulant claims. *Frontiers in plant science*, 10, 494.
- Rouphael Y., Colla G., 2020. Editorial: biostimulants in agriculture. *Front Plant Sci*, 11,40.
- Sabir A., Yazar K., Sabir F., Kara Z., Yazici M.A., Goksu N., 2014. Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. *Sci. Hortic.*, 175, 1-8.
- sals L. J., Setati, M. E., & Blancquaert, E. H., 2022. Towards a better understanding of the potential benefits of seaweed based biostimulants in *Vitis vinifera* l. cultivars. *Plants*, 11(3), 348.
- Soltaniband V.A., Brégard A., Gaudreau L., Dorais M., 2021. Biostimulants Promote Plant Development, Crop Productivity, and Fruit Quality of Protected Strawberries.
- Sharma H.S.S., Fleming C., Selby C., Rao J.R., Martin T., 2014. Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J. Appl. Phycol.* 26, 465–490.
- Shukla P., Borza T., Critchley A., Prithiviraj B., 2021. Seaweed-based compounds and products for sustainable protection against plant pathogens.
- Singleton V. L., & Rossi J. A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Tomasi D., Jones G.V., Giust M., Lovat L., Gaiotti F., 2011. Grapevine phenology and climate change: Relationships and trends in the Veneto region of Italy for 1964-2009. *Am. J. Enol. Vitic.*, 62, 329-339.
- Verriano J., 2010. *Wine: A cultural history*. Reaktion Books.
- Yakhin O.I., Lubyantsov A.A., Yakhin I.A., Brown, P.H. 2017. Biostimulants in plant science: A Global Perspective. *Front. Plant Sci.*, 7, 2049.

- Zhang X., 1997. Influence of plant growth regulators on turfgrass growth, antioxidant status, drought tolerance (Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University).

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

- European Biostimulants Industry <http://www.biostimulants.eu/2013/04/2013-overview-of-the-european-biostimulants-market> (Πρόσβαση στις 26 Ιουνίου 2023).
- <https://www.vivairauscedo.com> (Πρόσβαση στις 26 Ιουνίου 2023).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. FAOSTAT database.
- <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Πρόσβαση στις 26 Ιουνίου 2023).