



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

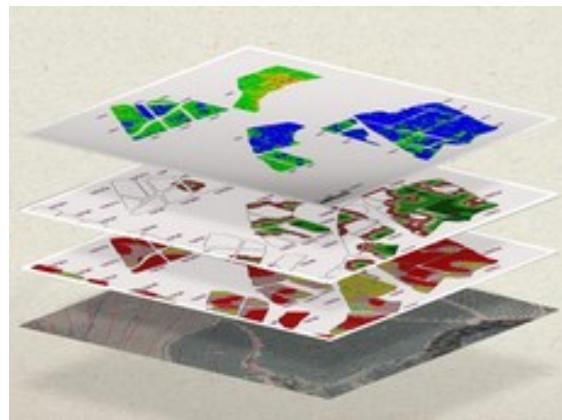
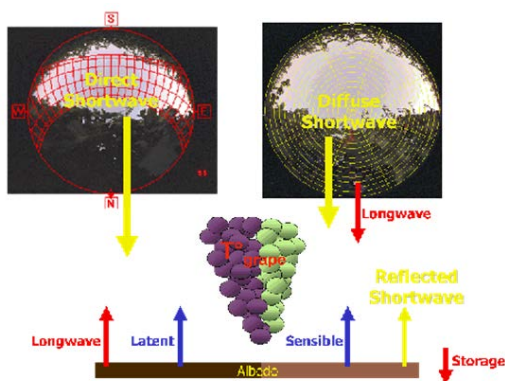
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Εργαστήριο Δενδροκομίας

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διατριβής:

«Χωρική παραλλακτικότητα φυσιολογικών  
χαρακτηριστικών και ποιότητας σταφυλής σε  
αμπελώννα»

Μπατζιανούλης Ιωάννης



ΒΟΛΟΣ 2015



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών**

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών**

**Εργαστήριο Δενδροκομίας**

**Τίτλος Μεταπτυχιακής Διατριβής:**

**«Χωρική παραλλακτικότητα φυσιολογικών  
χαρακτηριστικών και ποιότητας σταφυλής σε  
αμπελώννα»**

**Μπατζιανούλης Ιωάννης**

**Μέλη τριμελούς επιτροπής:**

**Γ. Νάνος Καθηγητής Π.Θ. Επιβλέπων**

**Θ. Γέμτος Καθηγητής Π.Θ.**

**Σ. Κουνδουράς Επίκουρος Καθηγητής Α.Π.Θ.**

ΒΟΛΟΣ 2015

Copyright © Μπατζιανούλης Ιωάννης, 2015.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής του Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

# Περιεχόμενα

<b>Κεφάλαιο 1 Ανάλυση Βιβλιογραφίας.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Γεωργία Ακριβείας.....	1
1.1.2 Χρήση αισθητήρων .....	5
1.1.3 Ο δείκτης NDVI.....	6
1.1.4 Εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας σε καλλιέργειες υψηλής αξίας.....	8
1.1.4.A Χαρτογράφηση της παραγωγής σε καλλιέργειες υψηλής αξίας που συγκομίζονται με τα χέρια.....	9
1.1.4.B Χαρτογράφηση της ποιότητας σε καλλιέργειες υψηλής αξίας.....	11
1.1.5 Αμπελουργία ακριβείας.....	12
1.1.6 Χαρτογράφηση των εδαφικών παραμέτρων και τοπογραφίας σε αμπελώνες ...	14
1.1.7 Χαρτογράφηση παραγωγής και ποιότητας των σταφυλιών .....	15
1.2 Γενικά για την άμπελο.....	18
1.2.1 Φυτικό υλικό.....	21
1.3 Απαιτήσεις της αμπέλου σε εδαφοκλιματικό περιβάλλον.....	21
1.3.1 Έδαφος.....	22
1.3.2 Κλίμα.....	23
1.3.3 Θερμοκρασία.....	23
1.3.4 Ηλιοφάνεια.....	23
1.3.5 Υγρασία.....	24
1.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά της αμπέλου.....	25
1.5 Διατροφική αξία σταφυλιού.....	27
1.6 Ετήσιος κύκλος αμπέλου.....	29
1.7 Ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και λίπανση σε επιτραπέζιες ποικιλίες της αμπέλου.....	31
1.7.1 Ρόλος του αζώτου.....	32
1.7.2 Ρόλος του καλίου.....	35
1.7.3 Ρόλος του φωσφόρου.....	37
1.7.4 Ρόλος του μαγνησίου.....	38
1.7.5 Ρόλος του ασβεστίου.....	40
1.7.6 Ρόλους του σιδήρου και χλώρωση σιδήρου.....	41

1.7.7 Ρόλος του ψευδαργύρου.....	42
1.7.8 Ρόλος του μαγγανίου.....	43
1.7.9 Ρόλος του βορίου.....	44
1.7.10 Ρόλος του μολυβδαινίου.....	45
1.7.11 Ρόλος του χαλκού.....	45
1.7.12 Ρόλος του χλωρίου.....	46
1.8 Ρυθμιστές της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών.....	47
1.8.1 Ρυθμιστές της αύξησης στο αμπέλι.....	50
1.8.2 Επιβραδυντές αύξησης.....	53
1.8.3 Αποτελέσματα της δράσης των επιβραδυντών αύξησης στα φυτά.....	57
1.9 Καλλιεργητικές τεχνικές στην άμπελο.....	58
1.9.1 Βλαστολόγημα.....	58
1.9.2 Αραίωση ταξιανθιών.....	58
1.9.3 Κορυφολόγημα.....	59
1.9.4 Ξεφύλλισμα.....	60
1.9.5 Χημικό Αραίωμα.....	61
1.9.6 Δακτυλίωση.....	64
1.9.7 Άλλες τεχνικές.....	65
1.10 Μετασυλλεκτική τεχνολογία επιτραπέζιων σταφυλιών.....	67
1.10.1 Μετασυλλεκτική φυσιολογία.....	67
1.10.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των ραγών.....	67
1.10.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο συγκομιδής.....	67
1.10.4 Συγκομιδή.....	68
1.10.5 Επεξεργασία στο συσκευαστήριο.....	68
1.10.6 Πρόψυξη.....	69
1.10.7 Χρήση του διοξειδίου του θείου για τον έλεγχο των μυκητολογικών προσβολών.....	69
1.10.8 Αποθήκευση – συντήρηση των επιτραπέζιων σταφυλιών.....	69

<b>Κεφάλαιο 2 Υλικά και μέθοδοι</b> .....	<b>71</b>
2.1 Εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε αμπελώνα με επιτραπέζια σταφύλια .....	71
2.1.1 Περιοχή έρευνας .....	71
2.1.2 Μετρήσεις –χάρτες.....	73
2.1.3 Δειγματοληψία εδάφους.....	73
2.1.4 Εδαφολογικές μέθοδοι ανάλυσης.....	74
2.1.4.1 Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης .....	74
2.1.4.2 Προσδιορισμός του εδαφικού pH.....	75
2.1.4.3 Προσδιορισμός ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου (CaCO <sub>3</sub> ).....	76
2.1.4.4 Προσδιορισμός ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ecay).....	76
2.1.4.5 Οργανική ουσία με υγρή οξείδωση.....	76
2.1.4.6 Προσδιορισμός του ολικού αζώτου.....	77
2.1.4.7 Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου καλίου.....	77
2.1.4.8 Εκχύλιση φωσφόρου κατά Olsen.....	77
2.1.4.9 Διαθέσιμα ιχνοστοιχεία.....	80
2.1.4.10 Αμμωνιακό και νιτρικό άζωτο.....	80
2.2 Φυλλοδιαγνωστικοί μέθοδοι ανάλυσης.....	82
2.3 Μετρήσεις στοιχείων παραγωγής.....	84
2.4 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	84
2.4.1 Δειγματοληψία.....	84
2.4.2 Προσδιορισμός του χρώματος.....	85
2.4.3 Εκχύλιση χυμού.....	85
2.4.4 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (Δ.Σ.Σ.).....	85
2.4.5 Ογκομετρούμενη οξύτητα.....	86
2.4.6 Ποσοστό ξηρής ουσίας.....	86
2.5 Μετρήσεις δείκτη βλάστησης NDVI.....	87
2.6 Μελέτη βελτίωσης ποιότητας των σταφυλών με τη χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης.....	89
2.6 .1 Μέθοδος μέτρησης ανθοκυανών σε κόκκινα σταφύλια.....	93
2.6.2 Προσδιορισμός συνολικών φαινολικών σε χυμό φρούτου.....	93

<b>Κεφάλαιο 3 Αποτελέσματα και συζήτηση.....</b>	<b>95</b>
3.1 Διαφορές σταφυλών ‘Crimson seedless’ κατά την μέτρηση τους αμέσως μετά την συγκομιδή και μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης αφού πρώτα εφαρμόστηκαν στο στάδιο του περκασμού διάφοροι βιορυθμιστές, όπως Etherphon, ABA, Pro-ca και την επίδραση της χαραγής.....	95
3.1.1 Επίδραση των μεταχειρίσεων σε διαλυτά στερεά συστατικά, σε ογκομετρούμενη οξύτητα και συγκέντρωση ολικών φαινολικών.....	95
3.1.2 Επίδραση των μεταχειρίσεων στο χρώμα και στις ανθοκιάνες.....	96
3.1.3 Επίδραση των μεταχειρίσεων της μέσης τιμής του βάρους της ράγας ενός βότρυ, του μήκους και του πλάτους της ράγας.....	98
3.1.4 Επίδραση των μεταχειρίσεων στο βάρος της ράγας ανά γραμμάριο νωπού βοστρύχου, ο αριθμός των ραγών ανά γραμμάριο νωπής μάζας βοστρύχου, το ποσοστό ξηρής μάζας του βοστρύχου και το ποσοστό ξηρής μάζας των ραγών.....	98
3.2 Συζήτηση ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	101
3.3 Χαρτογράφηση εδαφικών χαρακτηριστικών .....	106
3.4 Χαρτογράφηση φυλλοδιαγνωστικής .....	114
3.5 Χαρτογράφηση NDVI (Μετρήσεις με τον αισθητήρα Crop Circle).....	120
3.6 Χαρτογράφηση παραγωγής.....	123
3.7 Χαρτογράφηση ποιοτικών χαρακτηριστικών .....	125
3.8 Συζήτηση χαρτών.....	126
Βιβλιογραφία.....	128

## Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή που εκπονήθηκε στα πλαίσια του διετούς Μεταπτυχιακού Ειδίκευσης της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, ολοκληρώθηκε με την καθοδήγηση του επιβλέποντα Καθηγητή κ. Γεωργίου Νάνου, τον οποίο ευχαριστώ θερμά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε σε όλα τα στάδια της μεταπτυχιακής διατριβής καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια κατά τη διεξαγωγή του πειράματος αλλά και για την υποστήριξη και την παροχή υλικοτεχνικής υποδομής για την πραγματοποίηση των εργαστηριακών ποιοτικών αναλύσεων των σταφυλιών όπως επίσης και για τη συγγραφή της διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. Θεοφάνη Γέμτο, για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου, την υποστήριξη και την άψογη συνεργασία σε θέματα γεωργίας ακριβείας για τη διεκπεραίωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Ευχαριστώ επίσης τον Επίκουρο Καθηγητή Α.Π.Θ. κ. Στέφανο Κουνδουρά για την πολύτιμη καθοδήγηση ιδίως στον τομέα των αμπελουργικών θεμάτων και για την υποστήριξη στην πραγματοποίηση των μετρήσεων αγρού και των ποιοτικών αναλύσεων.

Οφείλω ακόμη να ευχαριστήσω την Γεωπόνο κ. Κατερίνα Μόλλα για την βοήθεια σε ένα μεγάλο κομμάτι των εργαστηριακών μετρήσεων, τον Χημικό κ. Νικόλαο Γκουγκουλιά, τον Επίκουρο καθηγητή κ. Βασίλειο Αντωνιάδη και τον Αναπληρωτή Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Λάρισας κ. Δημήτριο Πατέρα από το εργαστήριο Γεωργικής Χημείας του τμήματος Φυτικής Παραγωγής του ΤΕΙ Λάρισας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω από το εργαστήριο γεωργικής μηχανολογίας του Π.Θ. τον κ. Χρήστο Καβαλάρη, τον κ. Ευάγγελο Αναστασίου και τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Ζήση Τσιρόπουλο. Την μεταπτυχιακή φοιτήτρια του εργαστηρίου για τη βοήθεια και υποστήριξη κατά τη διάρκεια των μετρήσεων κα. Τριανταφυλλιά Γεωργουδάκη, καθώς και τους παραγωγούς κ. Γιάννη Καρακώστα και κ. Αθανάσιο Καρακώστα για την παραχώρηση του αμπελώνα, την άψογη συνεργασία, τον χρόνο που αφιερώσανε και τις διευκολύνσεις που παρείχαν για τη λήψη των κατάλληλων μετρήσεων ώστε να περατωθεί επιτυχώς η παρούσα έρευνα.

Παράλειψή μου θα ήταν, αν δεν ανέφερα τις ευχαριστίες στους δικούς μου ανθρώπους και την οικογένεια μου, για την κατανόηση, βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.



## Περίληψη

Η παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλιών δίνει υψηλές αποδόσεις σε προϊόν και έσοδα για τους αμπελοκαλλιεργητές. Στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκε Γεωργία (Αμπελουργία) Ακριβείας σε αμπελώνα χωρίς κλίση έκτασης 16 στρεμμάτων φυτεμένο με την ερυθρή επιτραπέζια ποικιλία Crimson seedless (*Vitis vinifera* L.). Μελετήθηκε η χωρική παραλλακτικότητα των ιδιοτήτων του εδάφους, της θρεπτικής κατάστασης των φύλλων της αμπέλου, της παραγωγικότητας και της ποιότητας των σταφυλιών, και του δείκτη βλάστησης NDVI (με το CropCircle). Ο αμπελώνας χωρίστηκε σε πλέγμα 32 κελιών, διαστάσεων 17 x 27 m, αναλύσεις θρεπτικών έγιναν στο έδαφος (0-30 cm βάθος) και στους μίσχους φύλλων που συλλέχθηκαν στον περκασμό, η παραγωγή μετρήθηκε με ζύγιση των συγκομισθέντων για εμπορία σταφυλιών και η ποιότητα σε τυχαία δείγματα σταφυλιών (μέτρηση μεγέθους ράγας, χρώματος φλοιού, διαλυτών στερεών συστατικών και οξύτητας) στη συγκομιδή και μετά από 1 μήνα συντήρησης στους 2 °C και 95% ΣΥ. Ο αμπελώνας μπόρεσε να χωρισθεί σε δύο ζώνες διαχείρισης λόγω των διαφορετικών εδαφικών ιδιοτήτων (στο κεντρικό δυτικό τμήμα με πιο αμμώδες ‘αδύναμο’ έδαφος και στο ανατολικό τμήμα με πιο αργιλώδες έδαφος) που σχετίστηκαν αντίστοιχα με την παραγωγικότητα και ποιότητα των σταφυλιών. Ο δείκτης NDVI λειτούργησε ικανοποιητικά μόνο νωρίς την άνοιξη καθώς αργότερα τα συχνά θερινά κλαδέματα και ξεφυλλίσματα μείωσαν την παραλλακτικότητα της αποτύπωσης της βλάστησης με το NDVI.

Σε μέρος της εργασίας δοκιμάστηκαν, φυτορυθμιστικές ουσίες που εφαρμόζονται στην αμπελοκαλλιέργεια με σκοπό την αύξηση της παραγωγής και βελτίωση της ποιότητας των σταφυλιών. Το ethephon χρησιμοποιείται συστηματικά για βελτίωση του ερυθρού χρώματος των σταφυλιών Crimson Seedless και στη χώρα μας, αλλά πρόσφατα εμπορικό σκεύασμα αμπισισικού οξέος δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα στον κόσμο με βελτίωση του χρώματος, μεγέθους και σκληρότητας της ράγας. Η εφαρμογή αμπισισικού οξέος δεν βελτίωσε ικανοποιητικά το ερυθρό χρώμα των ραγών, πιθανόν λόγω χαμηλής ποσότητας εφαρμογής, σε σχέση με την εφαρμογή ethephon, που έδωσε την υψηλότερη ποιότητα ραγών και σταφυλιών. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις της δακτυλίωσης και το Pro-Ca δεν βοήθησαν στην ποιότητα των σταφυλιών.

## Abstract

Precision viticulture was applied in a 1.6 ha red table grape 'Crimson seedless' vineyard (*Vitis vinifera* L.). Spatial variability was studied for soil properties, leaf mineral nutrition, yield, grape quality and vegetation index NDVI (measured with CropCircle). The vineyard was separated in 32 cells each with 17 \* 27 m surface. Soil samples were taken from 0-30 cm depth and leaf petioles were collected at veraison for inorganic element analysis. Yield was measured by weighing the field bins with the harvested grapes and grape bunches were randomly selected for quality evaluation (berry size, skin color, soluble solids content and acidity) at harvest and after a month cold storage at 2 °C and 95% ΣY. The vineyard was separated in two management zones based on soil properties (central western part with sandy less productive soil and eastern part with heavier soil). These zones correlated well with yield and grape quality. The vegetation index NDVI was useful only early in spring as regular summer pruning and leaf removal diminished vegetation index variability in the later measurements.

In parallel, a second experiment was set out to test crop regulators. In this work, a relatively new commercial product containing abscisic acid was tested as possible alternative to ethephon, the standard commercial product applied for red coloration improvement of 'Crimson Seedless' grape berries. Abscisic acid was found elsewhere to improve red skin color development, berry size and firmness. Our trials showed that, at the concentrations used, abscisic acid was not as effective as ethephon in improving red skin coloration or fruit quality of grape berries. Furthermore, girdling at veraison and Pro-Ca application did not improve berry quality.

# Κεφάλαιο 1

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 1.1.1 Γεωργία Ακριβείας

Η Γεωργία ακριβείας (ΓΑ) στοχεύει στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των αγρών με το διαχωρισμό τους σε ομοιογενή τμήματα ή περιοχές. Οι περιοχές με παρόμοια χαρακτηριστικά ονομάζονται ζώνες διαχείρισης και καθορίζονται από την ανάλυση των δεδομένων τα οποία συλλέγονται από το χωράφι με τη μέτρηση διαφόρων παραμέτρων των προηγούμενων ετών ή/και κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Τα βασικά στάδια της εφαρμογής συστημάτων ΓΑ είναι:

- η συλλογή δεδομένων
- η ανάλυση και επεξεργασία τους
- η λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση του αγρού
- η εφαρμογή της βελτιωμένης διαχείρισης
- η αξιολόγηση των αποφάσεων
- και ο επανασχεδιασμός για το επόμενο έτος

Όπως φαίνεται η ΓΑ είναι μια κυκλική διαδικασία που βελτιώνει κάθε χρόνο τη διαχείριση του αγροκτήματος.

Η γεωργία στη Ελλάδα βρίσκεται σε μια φάση μετασχηματισμού από τη μορφή της παραδοσιακής μικρής οικογενειακής εκμετάλλευσης σε μια πιο σύγχρονης μορφή, με καλύτερη διαχείριση, μείωση του κόστους παραγωγής με παράλληλη προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Σε αυτή τη γεωργία οι τεχνικές της ΓΑ μπορούν να προσφέρουν πολλά.

Γεωργία Ακριβείας (Precision Farming) σημαίνει βασικά πιο «λεπτομερή» διαχείριση ενός αγρού. Παλιότερα, λόγω της έλλειψης των απαραίτητων μηχανημάτων και των μικρών σε έκταση εκμεταλλεύσεων, οι περισσότεροι παραδοσιακοί γεωργοί ήξεραν τα χωράφια τους σε τέτοιο βαθμό ώστε λόγω της ανομοιομορφίας του εδάφους από σημείο σε σημείο εφαρμόζαν τις διάφορες εισροές όπως το νερό και το σπόρο με διαφορετικό τρόπο σε κάθε περιοχή του ίδιου αγρού.

Άλλες φορές πάλι αφού είχαν κατανοήσει ότι διαφορετικά είδη καλλιεργειών ταιριάζουν σε καθεμιά από τις ζώνες του χωραφιού τους έκαναν μια τμηματοποίηση και έσπερναν διαφορετικά είδη καλλιεργειών σε κάθε περιοχή. Η μορφή αυτή της γεωργίας τους επέτρεπε μια τέτοια εντατική διαχείριση.

Αργότερα, με την εκμηχάνιση της γεωργίας και τον αυξανόμενο ανταγωνισμό δημιουργήθηκαν μεγαλύτερες σε έκταση εκμεταλλεύσεις χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο σε μέγεθος εξοπλισμό και η φύση της γεωργίας έγινε πιο εντατική κυρίως σε αρόσιμες καλλιέργειες όπως σιτάρι, καλαμπόκι, βαμβάκι, τεύτλα κτλ. Στην περίπτωση αυτή υιοθετήθηκε αναγκαστικά η συνήθης καλλιεργητική πρακτική του «μέσου όρου» που αντιμετωπίζει το χωράφι σαν μια ενιαία έκταση με σταθερές τις φυσικοχημικές ιδιότητες και τις μορφολογικές συνθήκες του εδάφους. Με άλλα λόγια ο παραγωγός εφαρμόζει τα αγροεφόδια, όπως για παράδειγμα τη λίπανση με σταθερή δόση σ' όλη την έκταση του χωραφιού, μη λαμβάνοντας υπόψη το ότι σε κάποια σημεία απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα, ενώ σε κάποια άλλα γίνεται σπατάλη. Το ίδιο συμβαίνει με το βάθος και την πυκνότητα σποράς, το νερό, καθώς και την εφαρμογή των αγροχημικών και φυτορυθμιστών.

Επομένως, η επίτευξη όσο το δυνατόν υψηλότερης και ποιοτικότερης παραγωγής με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση του εδάφους και του περιβάλλοντος, δεν είναι εφικτή με την κλασσική καλλιεργητική πρακτική. Η ΓΑ επιχειρεί με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής, των υπολογιστών και γενικότερα της νέας τεχνολογίας, ν' αλλάξει την κλασσική καλλιεργητική πρακτική οδηγώντας ευκολότερα στο επιθυμητό άριστο αποτέλεσμα.

Η ΓΑ είναι ένα σύστημα διαχείρισης αγροκτημάτων το οποίο χρησιμοποιώντας την πληροφορική εφαρμοσμένη στη γεωργία, βοηθά τον παραγωγό να λάβει την σωστή απόφαση για την καλύτερη διαχείριση του αγροτεμαχίου (Sigrimis, 2000). Με άλλα λόγια Γεωργία Ακριβείας είναι η διαχείριση της χωρικής και χρονικής διαφοροποίησης των αγρών προκειμένου να βελτιωθεί η αποδοτικότητα των αγρών και να επιτευχθεί η μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από την μη ορθολογική χρήση των εισροών (Gemtos et al., 2002). Χαρακτηριστικό της ΓΑ είναι ότι αντί να γίνονται οι καλλιεργητικές φροντίδες με βάση τις μέσες τιμές της παραγωγής και γονιμότητας του αγροκτήματος, εφαρμόζεται διαφορετική διαχείριση για κάθε τμήμα του αγρού ανάλογα με τις πραγματικές του ανάγκες. Η ΓΑ

μπορεί να βοηθήσει τους παραγωγούς, διότι επιτρέπει την ακριβή και βελτιστοποιημένη χρήση των εισροών οδηγώντας σε μείωση του κόστους και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και παρέχοντας τη δυνατότητα καταγραφής (ιχνηλασιμότητα) των γεωργικών δραστηριοτήτων (Stafford, 2000).

Επομένως μπορούμε να εφαρμόσουμε διαφορετική καλλιεργητική διαχείριση σε κάθε τμήμα του αγρού. Αυτό όμως προϋποθέτει την συγκέντρωση, αποθήκευση και επεξεργασία ενός τεράστιου πλήθους πληροφοριών. Η εισαγωγή των υπολογιστών, του συστήματος γεωγραφικού εντοπισμού (GPS), των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) και της βελτίωσης των αισθητήρων και των συστημάτων μεταβλητού ρυθμού εφαρμογής των αγροεφοδίων, συνετέλεσαν στην εύκολη, γρήγορη αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων.

Έχει διαπιστωθεί ότι η διάδοση της γεωργίας ακριβείας πραγματοποιείται με διαφορετικές ταχύτητες στις χώρες της Ευρώπης με τις βόρειες χώρες να παρουσιάζουν ευρύτερη αποδοχή. Το γεγονός ότι η Δανία παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη σε εφαρμογές γεωργίας ακριβείας, ίσως οφείλεται στο ότι υπήρξε πρωτοπόρος στον εξοπλισμό των αγροτικών μηχανημάτων με GPS (Blackmore et al., 2002). Στη χώρα μας και γενικότερα στο Ευρωπαϊκό Νότο υπάρχει μια υστέρηση στην εφαρμογή των συστημάτων αυτών. Αυτό αποδίδεται στις επικρατούσες συνθήκες όπως μικρές γεωργικές εκμεταλλεύσεις, μη εκπαιδευμένους γεωργούς, γεωργούς προσκολλημένους στις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής και στις επιδοτήσεις των προϊόντων, έλλειψη αναπτυγμένης τεχνολογίας εφαρμογής των μεθόδων ΓΑ.

Η όλη διαδικασία ενός ολοκληρωμένου συστήματος ΓΑ χωρίζεται σε τέσσερα επιμέρους στάδια.

- Το πρώτο αφορά τη συγκέντρωση δεδομένων για την καλλιέργεια όπως χάρτες παραγωγής και αποτελέσματα αναλύσεων εδάφους. Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου συλλέγονται κι άλλα δεδομένα όπως μετεωρολογικά δεδομένα, παρατηρήσεων παθογόνων και τηλεπισκόπισης (Elms & Green, 1997). Πολλές από τις διεργασίες του σταδίου αυτού μπορούν ν' αυτοματοποιηθούν με τη χρήση κατάλληλων συστημάτων και αισθητήρων.
- Το δεύτερο στάδιο αφορά την ανάλυση και την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν. Ο τρόπος με τον οποίο συνδυάζονται τα

δεδομένα σε κάθε σύστημα εξαρτάται από την καλλιέργεια και τον αλγόριθμο που έχει χρησιμοποιηθεί (McCaughey, 1999, McKinion et al., 2001). Σε αυτό το στάδιο είναι απαραίτητη η ύπαρξη κατάλληλης βάσης δεδομένων πάνω στην οποία βασίζεται το σύστημα για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Ο τελικός στόχος είναι ο καθορισμός ζωνών διαχείρισης (management zones) εντός του αγροτεμαχίου, οι οποίες χαρακτηρίζονται από κοινά εδαφολογικά ή αγρονομικά χαρακτηριστικά (Blackmore et al., 2003).

- Το τρίτο στάδιο αφορά την εφαρμογή των καλλιεργητικών πρακτικών, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προηγούμενου σταδίου. Εδώ απαιτείται η προσαρμογή του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού ώστε να υποστηρίζει την εφαρμογή μεταβλητών καλλιεργητικών φροντίδων (variable rate application - VRA) σε κάθε ζώνη διαχείρισης του αγρού (Bowers et al., 2001).
- Ένα τέταρτο στάδιο που βοηθά στον προγραμματισμό της επόμενης χρονιάς είναι η αξιολόγηση των τεχνικών που εφαρμόστηκαν. Η χαρτογράφηση της παραγωγής αλλά και της ποιότητας και των διαφόρων παραμέτρων μπορεί να είναι σημείο εκκίνησης για τη δημιουργία ζωνών διαχείρισης αλλά και σημείο αξιολόγησης της προηγούμενης χρονιάς.

Τα οφέλη από τη χρήση των συστημάτων ΓΑ είναι πολλαπλά καθώς περιλαμβάνουν ένα σύμπλεγμα οικονομικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων. Στο διεθνές συνέδριο ΓΑ τον Ιούλιο 2004, στις ΗΠΑ, έγινε λόγος για τη συσχέτιση της ΓΑ με την ιχνηλασιμότητα (traceability) που θα της δώσει ακόμη μεγαλύτερη προώθηση και αναγνώριση από τους απλούς καταναλωτές (Stafford, 2000, Lambert & Griffin, 2004). Οι αισθητήρες που χρησιμοποιεί η ΓΑ επιτρέπουν την καταγραφή όλων των εργασιών που γίνονται στον αγρό και συμβάλλει στην εφαρμογή ολοκληρωμένης παραγωγής και στην διαπίστωση της εφαρμογής αγροπεριβαλλοντικών μέτρων. Η χρήση της ΓΑ στη χώρα μας θα βοηθήσει, πέρα από τον εκσυγχρονισμό της γεωργίας, στη διάδοση νέων μεθόδων διαχείρισης των καλλιεργειών.

Η εφαρμογή της γεωργίας ακρίβειας σε δυναμικές καλλιέργειες οπωροκηπευτικών και αμπέλου είναι πολλά υποσχόμενη επειδή είναι δυνατή η

γρήγορη απόσβεση του αρχικού κόστους και των τρεχουσών δαπανών λόγω της υψηλής αξίας των προϊόντων. Επιπλέον, οι ιδιότητες του αγρού (χωρικά και χρονικά) τείνουν να είναι σταθερότερες στις πολυετείς απ' ότι στις ετήσιες καλλιέργειες, καθώς το έδαφος (το οποίο δεν δέχεται βαριές κατεργασίες όπως βαθιά άροση κ.α.) και το γενετικό υλικό παρουσιάζουν σταθερότερη χρονική παραλλακτικότητα που επηρεάζεται κυρίως από τις συνθήκες κάθε χρονιάς. Έτσι, σε πολυετείς καλλιέργειες είναι πιθανότερη η διαμόρφωση σταθερών ζωνών διαχείρισης με κοινά χαρακτηριστικά, που μπορεί να διευκολύνει την διαχείριση σύμφωνα με τις ανάγκες και απαιτήσεις της καλλιέργειας στο κάθε τμήμα του αγρού ξεχωριστά.

Η εφαρμογή της ΓΑ σε υψηλής αξίας καλλιέργειες, όπως είναι τα οπωροκηπευτικά και η αμπελοκαλλιέργεια, ξεκίνησε καθυστερημένα, από τα τέλη της δεκαετίας του '90. Η καθυστέρηση αυτή αποδίδεται εν μέρει στην έλλειψη της κατάλληλης τεχνολογίας (Ehsani & Karim, 2010) και της περιορισμένης ή καθυστερημένης εφαρμογής μηχανικής συγκομιδής για τις συγκεκριμένες καλλιέργειες.

### **1.1.2 Χρήση αισθητήρων**

Σημαντικό στοιχείο των τεχνολογιών που χρησιμοποιεί η ΓΑ αποτελούν οι αισθητήρες οι οποίοι πραγματοποιούν ειδικευμένες μετρήσεις σε διάφορες καλλιέργειες, όπως αισθητήρες χαρτογράφησης παραγωγής οι οποίοι εγκαθίστανται σε μηχανές συγκομιδής, αισθητήρες που μετρούν ιδιότητες της καλλιέργειας, του εδάφους κτλ. Για την καλλιέργεια της αμπέλου έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμοι στην αγορά, φορητοί αισθητήρες φθορισμού από κοντινή απόσταση οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα χαρτογράφησης ποιοτικών παραμέτρων των σταφυλιών σε πραγματικό χρόνο. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στον έλεγχο του φθορισμού της χλωροφύλλης των σταφυλιών που επιτρέπει την εκτίμηση της περιεκτικότητας των ανθοκυανών και άλλων φλαβονοειδών στον φλοιό των σταφυλιών (Cerovic et al., 2008). Οι αισθητήρες φθορισμού έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί από ερευνητές για τη εκτίμηση της περιεκτικότητας των σταφυλιών σε φαινολικές ενώσεις (Agati et al., 2007, Cerovic et al., 2008, Ben Ghazlen et al., 2010) και ανθοκυάνες (Bramley et al., 2011a, Baluja et al., 2012a) και φλαβονόλες (Cerovic et al., 2008). Οι ίδιοι αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί και για την εκτίμηση της περιεκτικότητας του

φυτού σε χλωροφύλλη (Buschmann, 2007, Thoren & Schmidhalter, 2008). Άλλες εφαρμογές της παραπάνω τεχνολογίας είναι η αναγνώριση ζιζανίων (Tuystjarvi et al., 2011), η εκτίμηση της βλάστησης (Suarez et al., 2008) και της υδατικής κατάστασης των φυτών (εφαρμογή σε λάχανα) (Hsiao et al., 2010). Οι Lee et al. (2010) επεσήμαναν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης αισθητήρων φθορισμού για την πρόωμη διάγνωση της ανάπτυξης ασθενειών σε καλλιέργειες, καθώς η φωτοσυνθετική διαδικασία επηρεάζεται πριν την εμφάνιση μεταβολών στους ιστούς ως αποτέλεσμα της προσβολής.

Επίσης μετριέται η θερμοκρασία του φυλλώματος με χρήση θερμομετρίας υπερύθρου, ως μη καταστροφική αυτόματη μέθοδος για την εκτίμηση της υδατικής κατάστασης των φυτών. Είναι πλέον εμπορικά διαθέσιμοι αισθητήρες θερμομετρίας υπερύθρου για γεωργικές εφαρμογές (όπως ο SmartCrop της εταιρείας Smartfield™) οι οποίοι συνδέονται με καταγραφικό μέσω ασύρματης επικοινωνίας. Στην αμπελοργία, έχουν γίνει έρευνες για την εκτίμηση της υδατικής κατάστασης των πρέμνων (Grant et al., 2007, Moller et al., 2007) μέσω του υδατικού δυναμικού του φύλλου (Cohen et al., 2005) και μέσω της στοματικής αγωγιμότητας (gs) (Leinonen et al., 2006, Moller et al., 2007) με τη χρήση θερμομετρίας υπερύθρου μέσω ανάλυσης θερμικών εικόνων. Αποδείχτηκε ότι αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τη διάκριση μεταξύ καταπονημένων και μη πρέμνων (Grant et al., 2007) και για τη χαρτογράφηση της υδατικής κατάστασης των φυτών με σκοπό τη βελτιστοποίηση του προγραμματισμού της άρδευσης και την εφαρμογή της σε μεταβλητές δόσεις (Cohen et al., 2005).

Πρόσφατα χρησιμοποιείται ένας νέος αισθητήρας εκτίμησης της υδατικής κατάστασης των φυτών (leaf patch clamp pressure probe) σε καλλιέργεια αμπέλου. Λειτουργεί εφαρμόζοντας μαγνητικά εξωτερική πίεση σε ένα μικρό τμήμα του ελάσματος των φύλλων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, ο αισθητήρας αποτελεί εύχρηστο, υψηλής ακρίβειας όργανο για την παρακολούθηση της κατάστασης των φυτών, βοηθώντας στη διαχείριση της άρδευσης των αμπελώνων (Ruger et al., 2010).

### **1.1.3 Ο δείκτης NDVI**

Η εκτίμηση δεικτών βλάστησης χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα στο πλαίσιο εφαρμογής ΓΑ με τη βοήθεια αισθητήρων ανάκλασης ακτινοβολίας



(Stamatiadis et al., 2006). Οι δείκτες φυλλώματος χρησιμοποιούνται συνήθως ως μέσο για την εκτίμηση της ζωηρότητας της βλάστησης και της ποσότητας βιομάζας του φυτού. Μεταξύ των δεικτών βλάστησης, ο Δείκτης Βλάστησης Κανονικοποιημένης διαφοράς (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) είναι ο περισσότερο χρησιμοποιούμενος καθώς συσχετίζεται με τις ιδιότητες του φυλλώματος όπως η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, η συνολική βιομάζα, η φυλλική επιφάνεια και η φυτική κάλυψη (Hansen & Schoerring, 2003). Ο NDVI αποτελεί έναν βλαστικό δείκτη που αναφέρεται στην ικανότητα που έχει ένα φυτό να αντανakλά διαφορετικά την ενέργεια του κοντινού υπέρυθρου από την ενέργεια του ορατού κόκκινου μέρους του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (Tucker, 1979). Συγκεκριμένα όταν το φυτό είναι υγιές (απαλλαγμένο δηλαδή από ασθένειες και προσβολές) και δεν τελεί υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης, αντανakλά τις κυματομορφές της ενέργειας του κοντινού υπέρυθρου (near infrared ή NIR) πολύ ισχυρότερα από της κυματομορφές της ενέργειας στο ορατό κόκκινο μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Αυτή η ιδιότητα των φυτών έχει οδηγήσει το δείκτη NDVI να χρησιμοποιείται ευρύτατα σε μελέτες βλάστησης των καλλιεργειών με την χρήση της τηλεπισκόπησης. Η μαθηματική έκφραση του δείκτη είναι ο υπολογισμός της αναλογίας ανάμεσα στο ποσό της ανακλώμενης ενέργειας στο NIR συγκρινόμενη με αυτή στο κόκκινο μέρος του φάσματος. Ο δε μαθηματικός τύπος είναι:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}}$$

Όπου:  $R_{NIR}$  είναι η τιμή ανάκλασης στη συχνότητα του κοντινού υπέρυθρου

$R_{RED}$  είναι η τιμή ανάκλασης στη συχνότητα του ορατού κόκκινου

Οι τιμές που λαμβάνει ο δείκτης NDVI είναι μεταξύ 0 και 1.

Έχει διαπιστωθεί από σχετικές έρευνες σε καλλιέργεια σιταριού (Humphreys et al., 2004) ότι ο δείκτης NDVI συσχετίζεται άμεσα με την πρόσληψη αζώτου από το φυτό. Συνεπώς, θα μπορούσε να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο στη διαχείριση της αζωτούχου λίπανσης. Αισθητήρες εκτίμησης του δείκτη βλάστησης NDVI έχουν

χρησιμοποιηθεί ευρέως και στην αμπελουργία κυρίως για την χαρτογράφηση της ζωνρότητας των φυτών της αμπέλου (Stamatiadis et al., 2006, Stamatiadis et al., 2010, Bramley et al. 2011a). Μέχρι την ευρεία αποδοχή των επίγειων φορητών αισθητήρων εκτίμησης δεικτών βλάστησης από κοντινή απόσταση, οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποιούσαν τηλεπισκόπηση με ανάλυση δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών για την εκτίμηση των δεικτών βλάστησης της καλλιέργειας (Lamb et al., 2004, Acevedo-Orazo et al., 2008, Hall et al., 2011). Η μέθοδος αυτή όμως παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα όπως το υψηλό κόστος, ο χρόνος που απαιτείται για την επεξεργασία των εικόνων και η εξάρτηση από τον καιρό τη στιγμή της λήψης της εικόνας (Stamatiadis et al., 2006, Stamatiadis et al., 2010), ενώ δεν προσαρμόζονται σε μικρής έκτασης αμπελώνες. Συνεπώς, από τη στιγμή που φορητοί αισθητήρες εκτίμησης των δεικτών βλάστησης από κοντινή απόσταση έγιναν εμπορικά διαθέσιμοι, έχουν τύχει ευρείας αποδοχής. Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι Bramley et al. (2011a) συμπέραναν ότι οι δυο μέθοδοι εκτίμησης των δεικτών βλάστησης (ανάλυση δορυφορικών εικόνων και χρήση επίγειων φορητών αισθητήρων) έχουν παρόμοια αποτελέσματα στην απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας των ιδιοτήτων της βλάστησης των αμπελών. Η χαρτογράφηση των δεικτών βλάστησης από δορυφορικές εικόνες ή αεροφωτογραφίες δεν αποτελεί κατάλληλη επιλογή για τους ελληνικούς αμπελώνες καθώς κατά κανόνα είναι μικρής έκτασης ή κατακερματισμένοι με συνέπεια να είναι ασύμφορη η αγορά και ανάλυση εικόνων. Ιδανική λύση αποτελούν οι αισθητήρες μέτρησης από κοντινή απόσταση οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία έτη και είναι εμπορικά διαθέσιμοι από διάφορες εταιρείες (Cropcircle - Holland Scientific, GreenSeeker - NTech), ενώ έχουν χρησιμοποιηθεί σε έρευνες για τη χαρτογράφηση της ζωνρότητας της βλάστησης των αμπελών στην Ελλάδα (Stamatiadis et al., 2006, Stamatiadis et al., 2010) και στο εξωτερικό (Calcante et al., 2011, Bramley et al., 2011a, Mazzetto et al., 2010). Από έρευνες στον τομέα της αμπελουργίας ο NDVI έχει συσχετιστεί με την ποιότητα των σταφυλιών (Bramley et al., 2003, Best et al., 2005), την παραγωγή και το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Best et al., 2005).

#### **1.1.4 Εφαρμογή της ΓΑ σε καλλιέργειες υψηλής αξίας**

Η εφαρμογή της γεωργίας ακρίβειας σε καλλιέργειες υψηλής αξίας διαφαίνεται ιδιαίτερα επικερδής καθώς είναι δυνατή η απόσβεση του κεφαλαίου που απαιτείται για τον εξοπλισμό, τη λήψη των χωρικών μετρήσεων και την ανάλυση

των δεδομένων σε σύντομο χρονικό διάστημα. Στις πολυετείς καλλιέργειες, σε αντίθεση με τις ετήσιες, η διαμόρφωση του αγρού είναι σταθερότερη τόσο χωρικά όσο και χρονικά επειδή το κάθε φυτό εγκαθίσταται σε προκαθορισμένη θέση με σκοπό να αναπτυχθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα το οποίο συνήθως ξεπερνά τα 20 έτη. Αυτό διευκολύνει τη διαχείριση του αγρού σύμφωνα με σταθερές ζώνες διαχείρισης οι οποίες δεν θα μεταβάλλονται σημαντικά με την πάροδο του χρόνου (Parageorgiou et al., 2013).

Σε πολυετείς καλλιέργειες, ο παραγωγός μπορεί να λάβει αποφάσεις και να χρησιμοποιήσει τεχνικές διαχείρισης σε μακροπρόθεσμη κλίμακα. Επίσης, η παραλλακτικότητα μεταξύ των φυτών από γενετικής πλευράς δεν είναι έντονη επειδή όλα τα φυτά προέρχονται με αγνή αναπαραγωγή από το ίδιο μητρικό γενετικό υλικό (κλώνοι). Συνεπώς η παραλλακτικότητα που παρατηρείται μεταξύ των φυτών στον αγρό δεν οφείλεται στη γενετική παραλλακτικότητα αλλά (κυρίως) στους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις καλλιεργητικές τεχνικές, γεγονός που καθιστά ευκολότερη την ερμηνεία της παραλλακτικότητας.

#### **1.1.4.A Χαρτογράφηση της παραγωγής σε καλλιέργειες υψηλής αξίας που συγκομίζονται με τα χέρια**

Οι περισσότερες καλλιέργειες υψηλής αξίας δεν συγκομίζονται μηχανικά και κατά συνέπεια έχουν εφαρμοστεί ποικίλες μέθοδοι για τη χαρτογράφηση της παραγωγής. Μια από τις πρώτες εφαρμογές σε καλλιέργειες στις οποίες η συγκομιδή πραγματοποιείται με τα χέρια, πραγματοποιήθηκε σε εσπεριδοειδή. Στη Φλόριντα, οι Schueller et al. (1999) χρησιμοποίησαν ένα σύστημα ζύγισης των κάδων συλλογής των πορτοκαλιών κατά τη συγκομιδή. Για τη χαρτογράφηση της παραγωγής το μηχάνημα συλλογής των μεγάλου μεγέθους κιβωτίων συγκομιδής (μικρός γερανός) εξοπλίστηκε με δυναμοκυψέλες για αυτόματη μέτρηση του βάρους του κάθε κιβωτίου που φορτώνονταν, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιούνταν καταγραφή της θέσης του κιβωτίου με GPS. Το φορτίο του κάθε κιβωτίου αντιπροσώπευε την παραγωγή των δέντρων γύρω από το σημείο φόρτωσης. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν για τη δημιουργία χαρτών παραγωγής (Miller & Whitney, 1999, Whitney et al., 2001).

Στην Ελλάδα, πραγματοποιήθηκε ολοκληρωμένη έρευνα εφαρμογής ΓΑ σε μηλεώνες στην Πτολεμαίδα Κοζάνης. Πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση της

παραγωγής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών για τρία έτη με ταυτόχρονη ανάλυση της χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, για τον καθορισμό ομογενών ζωνών διαχείρισης απαιτείται συνδυασμός των χαρτών παραγωγής ή ποιοτικών χαρακτηριστικών με τους αντίστοιχους χάρτες χρονικής παραλλακτικότητας (Αγγελοπούλου κ.ά., 2007). Η έρευνα συνεχίστηκε σε μηλεώνα της Αγιάς με επιπλέον μετρήσεις και μεθόδους ανάλυσης. Εκτός από την κλασική χαρτογράφηση της παραγωγής και ποιότητας, πραγματοποιήθηκε και χαρτογράφηση των ανθέων αναλύοντας ψηφιακές και πολυφασματικές εικόνες σε γεωδαιμένα σημεία. Τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης των ανθέων έδειξαν σημαντική συσχέτιση με την τελική παραγωγή αναδεικνύοντας τη δυνατότητα πρόβλεψης της παραλλακτικότητας της παραγωγής των μήλων στις αρχές της καλλιεργητικής περιόδου (Liakos et al., 2011).

Οι Ampatzidis et al. (2009) χαρτογράφησαν την παραγωγή σε ροδάκινα χρησιμοποιώντας αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (RFID) στα δοχεία συγκομιδής. Επίσης κατασκευάστηκε μια μηχανή ζύγισης που συνδυάστηκε με μια συσκευή ανάγνωσης RFID και ένα GPS για την καταγραφή του βάρους και της θέσης του κάθε κιβωτίου για την δημιουργία χαρτών παραγωγικότητας του οπωρώνα.

Για την καλλιέργεια των αχλαδιών η συγκομιδή πραγματοποιείται σε περισσότερα από ένα χέρια. Οι Konopatzki et al. (2009) χαρτογράφησαν την παραγωγή ξεχωριστά για κάθε ημέρα συγκομιδής (συνολικά 3 χαρτογραφήσεις), παρουσιάζοντας υψηλή παραλλακτικότητα της παραγωγής στον οπωρώνα (CV = 77%), ενώ οι Perry et al. (2010) συμπέραναν ότι είναι δυνατή η διαχείριση των αχλαδεώνων σε ζώνες διαχείρισης. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Fountas et al. (2011) για την διακύμανση της παραγωγής σε ελαιώνες. Οι ελιές συγκομίζονται με ράβδισμα των κλαδιών και πτώση των καρπών πάνω σε δίχτυ ή ύφασμα που τοποθετείται κάτω από κάθε δέντρο. Οι ελιές τοποθετούνται σε σάκους και αφήνονται στο σημείο όπου γεμίζουν για τη φόρτωση στην πλατφόρμα μεταφοράς. Για την πραγματοποίηση της χαρτογράφησης της παραγωγής, κάθε σάκος ζυγίστηκε και γεωδαίθηκε με χρήση GPS. Κάθε ομάδα σάκων θεωρήθηκε ότι αντιστοιχούσε στην παραγωγή των γύρω δέντρων.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε μηλεώνες, χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία ανάλυσης εικόνων για την εκτίμηση της παραγωγής. Χρησιμοποιήθηκαν 148 πολυφασματικές εικόνες οι οποίες ελήφθησαν από τα δέντρα κατά την καρποφορία και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με την πραγματική παραγωγή η

οποία εκτιμήθηκε από ψηφιακές εικόνες που ελήφθησαν από κοντινή απόσταση, καθώς και με την παραγωγή που μετρήθηκε με ζύγιση. Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των πολυφασματικών εικόνων με τις ψηφιακές και τη ζύγιση ήταν 0,79 και 0,59. Το γεγονός ότι στη δεύτερη περίπτωση ο συντελεστής συσχέτισης είναι αρκετά χαμηλότερος, οφείλεται στο ότι κάποιοι καρποί μέσα στην κόμη του δέντρου, δεν ήταν ορατοί στις εικόνες (Kim & Reid, 2004).

Οι πρώτες έρευνες για εφαρμογή αμπελουργίας ακριβείας στη Θεσσαλία, πραγματοποιήθηκαν σε αμπελώνες οινοποίησης στο Δαμάσι Τυρνάβου στη Ραψάνη Λάρισας για την καλλιεργητική περίοδο 2004 - 2005 σε αμπελώνες έκτασης 6,5 και 7 στρεμμάτων, αντίστοιχα, και στις Μικροθήβες Μαγνησίας την καλλιεργητική περίοδο 2009 – 2011 σε αμπελώνα έκτασης 10 στρεμμάτων. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις παραγωγής, ποιοτικών χαρακτηριστικών των παραγόμενων σταφυλιών, εδαφολογικών χαρακτηριστικών, μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας, μετρήσεις μετεωρολογικών δεδομένων, υγρασίας εδάφους και χαρτογράφησης υδατικού δυναμικού, βάρους κλαδευτικών και φωτοσύνθεσης. Παρόλο που η έκταση των αμπελώνων που μελετήθηκαν ήταν μικρή, διαπιστώθηκε μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα τόσο στην παραγωγή όσο και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, ικανή να οδηγήσει σε διαμόρφωση ζωνών διαχείρισης (Tagarakis et al., 2006).

#### **1.1.4.B Χαρτογράφηση της ποιότητας σε καλλιέργειες υψηλής αξίας**

Σε πολλές καλλιέργειες, η ποιότητα του συγκομιζόμενου προϊόντος αποτελεί σημαντικό παράγοντα που καθορίζει την τελική τιμή. Συνεπώς, στο πλαίσιο εφαρμογής ΓΑ έχουν ενταχθεί χαρτογραφήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών. Για τις καλλιέργειες φρούτων, η ποιότητα συνήθως περιλαμβάνει εξωτερικές παραμέτρους (μέγεθος, χρώμα, σχήμα, υφή επιφάνειας και μάζα) και εσωτερικές παραμέτρους (γλυκύτητα, οξύτητα ή ασθένειες) (Kondo & Ting, 1998). Οι Aggeloroulou et al. (2010) ανέλυσαν τη χωρική παραλλακτικότητα της ποιότητας σε μηλιές. Μέτρησαν διάφορες παραμέτρους της ποιότητας όπως η μάζα καρπού, το χρώμα του φλοιού, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και σε μηλικό οξύ, το pH του χυμού και η συνεκτικότητα της σάρκας. Η ποιότητα των καρπών σχετίστηκε αρνητικά με την παραγωγή, ενώ η χωρική παραλλακτικότητα των ποιοτικών παραμέτρων ήταν μικρή. Συνεπώς δεν ήταν δυνατή η δημιουργία σταθερών ζωνών διαχείρισης με βάση την ποιότητα, λόγω της χρονικής παραλλακτικότητας που

παρουσίασαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Στη Νέα Ζηλανδία πραγματοποιήθηκε μελέτη σε 7 οπωρώνες για την χαρτογράφηση της ποιότητας σε καλλιέργεια ακτινίδιου. Μέτρησαν το νωπό βάρος και την ξηρή μάζα του καρπού και κατέληξαν ότι το νωπό βάρος παρουσίασε υψηλότερη χωρική παραλλακτικότητα και σταθερότερη χωρική κατανομή σε σχέση με την ξηρή μάζα (Taylor et al., 2007).

Για την καλλιέργεια της αμπέλου, η ποιότητα των επιτραπέζιων σταφυλιών άμεσης κατανάλωσης αποτελεί βασικό παράγοντα που καθορίζει την ποιότητα και την τιμή. Συνεπώς, στα συστήματα εφαρμογής αμπελουργίας ακριβείας έχει γίνει εκτεταμένη έρευνα για τη χαρτογράφηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των σταφυλιών. Ο Bramley (2005) μελέτησε την ποιότητα των σταφυλιών σε δύο εμπορικούς αμπελώνες καταλήγοντας ότι η παραλλακτικότητα των παραμέτρων της ποιότητας ήταν πολύ χαμηλότερη σε σχέση με αυτή της παραγωγής.

### **1.1.5 Αμπελουργία ακριβείας**

Η σημαντική τεχνολογική πρόοδος την τελευταία δεκαετία στην εξέλιξη και ανάπτυξη προηγμένων τηλεπισκοπικών αισθητήρων δίνει τη δυνατότητα για ανάλυση και παρακολούθηση των καλλιεργειών με τηλεσκοπικά μέσα και σε μεγάλες χωρικές κλίμακες. Προς την κατεύθυνση αυτή, στην παρούσα εργασία διερευνήθηκαν, αναπτύχθηκαν και αξιολογήθηκαν σύγχρονες μέθοδοι και τεχνικές από την επιστήμη της γεωπληροφορικής για εφαρμογές στον τομέα της αμπελουργίας ακριβείας.

Η αμπελουργία ακριβείας, όπως και οι περισσότερες εφαρμογές της ΓΑ, είναι μια συνεχής κυκλική διαδικασία (Bramley et al., 2003) που συνήθως περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση των δεδομένων, τη δημιουργία και σχεδιασμό διαφορετικών ζωνών διαχείρισης, τις αποφάσεις διαχείρισης και την αξιολόγηση των εφαρμοσμένων πρακτικών. Πρωτοεφαρμόστηκε στην Αυστραλία και στις ΗΠΑ (Καλιφόρνια) το 1999 σε αμπελώνες που συγκομίζονταν μηχανικά (Bramley, 2001a, Wample, 1999) και ακολούθησε εφαρμογή στη Γαλλία (Tisseyre et al., 2001). Στη Χιλή πειράματα εκτίμησης της χωρικής παραλλακτικότητας της παραγωγής και ποιότητας των καρπών ξεκίνησαν από το 2001 (Ortega et al., 2003). Στην Ελλάδα (Θεσσαλία) πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση της παραγωγής και ποιότητας σε αμπελώνες στον Τύρναβο και στη Ραψάνη το 2005 (Tagarakis et al., 2006) αλλά και στην περιοχή των Μικροθηβών από το 2010 έως το 2012 (Tagarakis et al., 2013).

Η υγεία και η παραγωγικότητα του αμπελιού επηρεάζονται από ένα πλήθος φυσικών, βιολογικών και χημικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των χωρικών διακυμάνσεων στην τοπογραφία, των χαρακτηριστικών του εδάφους και της συχνότητας εμφάνισης ασθενειών και παρασίτων. Η διακύμανση αυτών των παραγόντων έχει ως αποτέλεσμα τη χωρική διακύμανση στην απόδοση παραγωγής και στην ποιότητα των σταφυλιών μέσα στο ίδιο τεμάχιο, που τις περισσότερες φορές οδηγεί σε συνολική μείωση της ποιότητας και της ποσότητας και κατά συνέπεια σε μείωση των οικονομικών εσόδων για τους παραγωγούς (Hall et al., 2003). Ο κύριος στόχος της αμπελουργίας ακριβείας είναι η κατάλληλη διαχείριση των διακυμάνσεων, που προαναφέρθηκαν, στις καλλιέργειες αμπέλου σε συνδυασμό με την αύξηση των οικονομικών εσόδων και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Arnó et al., 2009).

Σε επίπεδο εφαρμογής η αμπελουργία ακριβείας αναπτύσσεται αξιοποιώντας ποικίλες τεχνολογικές εξελίξεις όπως είναι οι αισθητήρες παρακολούθησης και καταγραφής της απόδοσης παραγωγής (crop sensors-yield monitors), οι τοπικοί και τηλεπισκοπικοί αισθητήρες, τα δορυφορικά και εναέρια δεδομένα, το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού (GPS), τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και τα συστήματα για την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων. Ειδικότερα, η χρήση της τηλεπισκόπησης ως μέσο παρακολούθησης της ανάπτυξης των καλλιεργειών προσελκύει το ενδιαφέρον ερευνητών και εμπορικών οργανισμών, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα της οικονομικά αποδοτικής χρήσης γεωχωρικών δεδομένων κατάλληλων για την υποστήριξη των δραστηριοτήτων της αμπελουργίας ακριβείας.

Προς την κατεύθυνση αυτή, οι πρακτικές της αμπελουργίας ακριβείας έχουν αρχίσει να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον τομέα της καλλιέργειας αμπέλου σε όλο τον κόσμο. Οι καλλιέργειες αμπελιών διαθέτουν ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που ευνοούν τις πρακτικές της αμπελουργίας ακριβείας. Αρχικά, καθώς τα αμπέλια αναπτύσσονται σε γραμμές και με σταθερή απόσταση φύτευσης, καθίσταται δυνατή η εφαρμογή τεχνικών σε επιμέρους τμήματα του αμπελώνα (γραμμή, πρέμνο) με αξιοποίηση γεωδαιμένων δεδομένων. Επιπρόσθετα αν η συλλογή δεδομένων είναι διαχρονική καθίσταται δυνατή η δημιουργία βάσης γεωχωρικών πληροφοριών με σημαντική αξία για τη διαχείριση του τρύγου κάθε έτους. Η χωρική διακύμανση της απόδοσης παραγωγής (εσοδείας) θεωρείται ότι διατηρεί σε μεγάλο ποσοστό κοινό μοτίβο από τον ένα χρόνο στον άλλο καθώς το αμπέλι είναι πολυετές φυτό (Arnó et al., 2009).

### 1.1.6 Χαρτογράφηση των εδαφικών παραμέτρων και τοπογραφίας σε αμπελώνες

Το έδαφος αποτελεί βασικό παράγοντα που καθορίζει την ανάπτυξη και ζωνρότητα των πρέμων, την παραγωγή και την ποιότητα των σταφυλιών. Η χωρική παραλλακτικότητα των εδαφικών παραγόντων έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί σε μεγάλες διαφορές στην παραγωγικότητα της αμπέλου (Bramley & Hamilton, 2004). Για το λόγο αυτό, μεγάλο μέρος των ερευνών που αφορούν την εφαρμογή αμπελουργίας ακριβείας, εξετάζουν και την επίδραση που έχουν οι εδαφικοί και τοπογραφικοί παράγοντες στις ιδιότητες της καλλιέργειας. Σε πρόσφατη έρευνα μελετήθηκε η δυνατότητα εκτίμησης της χωρικής μεταβλητότητας των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και της περιεκτικότητας σε εδαφική υγρασία από μετρήσεις φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECa) σε αμπελώνα στην Καλιφόρνια (ΗΠΑ). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ECa εκτίμησε καλά εδαφικές ιδιότητες όπως η περιεκτικότητα του εδάφους σε  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , άργιλο και άμμο (Rodriguez-Perez, 2011). Επίσης η ECa συσχετίζεται με την ικανότητα συγκράτησης του εδαφικού νερού και έχει χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή άρδευσης σε μεταβλητές δόσεις (Hedley & Yule, 2009).

Επίσης, έχει αναδειχθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μέτρησης της περιφέρειας του κορμού, που αποτελεί βασική παράμετρο της ζωνρότητας της αμπέλου, με την ECa του εδάφους και το τοπογραφικό ανάγλυφο (κλίση εδάφους και υψόμετρο) (Imre et al., 2013). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Ν. Ζηλανδία, βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας του εδάφους σε νάτριο και νιτρικά και της παραγωγής με το υψόμετρο, την κλίση και το βάθος του εδάφους (Perez-Kuroki et al., 2011). Στη Χιλή, αναλύθηκε η χωρική παραλλακτικότητα της ποσότητας και ποιότητας της παραγωγής και των ιδιοτήτων του εδάφους. Αποδείχθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση της παραγωγής και της ποιότητας με τις εδαφικές ιδιότητες (Ortega et al., 2003).

Εκτός από τις εδαφικές παραμέτρους που είναι δυνατό να χαρτογραφηθούν αυτόματα με τη χρήση αισθητήρων και οργάνων, όπως η ECa και το τοπογραφικό ανάγλυφο και σχετίζονται με πλήθος εδαφικών ιδιοτήτων, ο προσδιορισμός των αμιγώς εδαφικών παραγόντων απαιτεί την πραγματοποίηση δειγματοληψίας εδάφους σε συγκεκριμένα σημεία τα οποία καθορίζονται είτε σε πλέγμα, είτε κατευθυνόμενα



και την εργαστηριακή ανάλυση. Η μέθοδος χαρτογράφησης των εδαφικών παραμέτρων είναι κατά κύριο λόγο μικρής χωρικής ανάλυσης καθώς είναι ακριβή και χρονοβόρα διαδικασία και η ανάλυση μεγάλου αριθμού δειγμάτων είναι πρακτικά ανέφικτη.

### **1.1.7 Χαρτογράφηση παραγωγής και ποιότητας των σταφυλιών**

Η "χαρτογράφηση" (mapping) της απόδοσης παραγωγής των αμπελιών κατέστη δυνατή από τις πρόσφατες εξελίξεις στην τηλεπισκόπηση. Εκτός από την απόδοση παραγωγής ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμβολή της αμπελουργίας ακριβείας σε ζητήματα σχετικά με την ποιότητα των σταφυλιών. Σίγουρα, η δυνατότητα διαχωρισμού ζωνών διαφορετικής ποιότητας μέσα στο ίδιο τεμάχιο είναι μία από τις προτεραιότητες της αμπελουργίας ακριβείας (Johnson et al., 2003, Acevedo-Orazo et al., 2008, Arno et al., 2009).

Η ανάπτυξη και η υιοθέτηση της αμπελουργίας ακριβείας επιταχύνθηκαν τα τελευταία χρόνια, από τη στιγμή που κατέστη διαθέσιμο σε εμπορική κλίμακα το πρώτο σύστημα χαρτογράφησης της παραγωγής σε αμπελώνες κατά τη μηχανική συγκομιδή. Τα τελευταία έτη πολλές εταιρείες και επιστημονικά ιδρύματα που δραστηριοποιούνται στη ΓΑ εργάστηκαν στην αμπελουργία ακριβείας. Η Ισπανία είναι επίσης πρωτοπόρος χώρα στην εφαρμογή της τεχνολογίας στην αμπελουργία, με τη χρησιμοποίηση συστημάτων χαρτογράφησης της παραγωγής από τη συγκομιδή του 2002 (Arno et al., 2005). Στο Μονπελιέ της Γαλλίας, μια ομάδα ερευνητών, σε συνεργασία με τη βιομηχανία μηχανημάτων Pellenc, έχει αρχίσει εκτεταμένη έρευνα στον τομέα αυτό αναπτύσσοντας αισθητήρα παραγωγής - ποιότητας σταφυλιών (Tisseyre et al., 2001). Οι αισθητήρες χαρτογράφησης της παραγωγής αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την αμπελουργία ακριβείας και χρησιμοποιήθηκαν για τον τρύγο σε αμπελώνες μεγάλης έκτασης στην Αυστραλία και στις Η.Π.Α. (Arno et al., 2009).

Στην Ισπανία, οι Arno et al. (2012) διερεύνησαν τους παράγοντες που ευθύνονται για την ύπαρξη της χωρικής παραλλακτικότητας της παραγωγής σε αμπελώνα της ποικιλίας Pinot Noir. Δημιουργήθηκαν ζώνες παραγωγικότητας από δεδομένα χαρτογράφησης της παραγωγής επί σειρά ετών και εντός των ζωνών αναλύθηκαν παράμετροι από μετρήσεις του τοπογραφικού ανάγλυφου και των

θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα. Οι ζώνες χαμηλής παραγωγικότητας συνέπεσαν με τις περιοχές όπου η θρεπτική κατάσταση των φυτών ήταν ελλειμματική με χαμηλή περιεκτικότητα κυρίως σε ασβέστιο και μαγγάνιο. Επίσης για τα δύο από τα τέσσερα έτη της έρευνας επιβεβαιώθηκε η αρνητική συσχέτιση της παραγωγής με τους δείκτες ποιότητας των σταφυλιών.

Σε ότι αφορά τη χρονική παραλλακτικότητα της παραγωγής των αμπελώνων, αποτελέσματα πενταετούς έρευνας στην Αυστραλία έχουν δείξει ότι η παραλλακτικότητα της παραγωγής δείχνει σταθερότητα μεταξύ των ετών (Bramley et al., 2003, Bramley & Hamilton, 2004). Όλες οι εφαρμογές χαρτογράφησης της παραγωγής για την καλλιέργεια της αμπέλου κατέληξαν στο κοινό συμπέρασμα ότι η χωρική παραλλακτικότητα της παραγωγής ήταν υψηλή. Μάλιστα, από την έρευνα που πραγματοποίησαν οι Bramley & Hamilton (2004) ο συντελεστής παραλλακτικότητας της μέτρησης της παραγωγής ανήλθε σε 40%. Ο τρύγος στα επιτραπέζια σταφύλια πραγματοποιείται παραδοσιακά με τα χέρια από εργάτες, ενώ η χαρτογράφηση της παραγωγής πραγματοποιείται είτε με καταγραφή και ζύγιση των κιβωτίων κατά τη συγκομιδή (Tagarakis et al., 2006) είτε δειγματοληπτικά με μέτρηση της παραγωγής σε επιλεγμένα πρέμνα κατά μήκος του αμπελώνα (Hall et al., 2011)

Ο Bramley (2001) μέτρησε ποιοτικές παραμέτρους, όπως: ο αριθμός βότρεων ανά πρέμνο, το βάρος των βότρεων, το βάρος ράγας, η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα, η ολική οξύτητα και η συγκέντρωση σε φαινολικές ενώσεις. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της πρώτης αυτής εφαρμογής, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά παρουσίασαν σημαντική χωρική παραλλακτικότητα αναδεικνύοντας τα πιθανά οφέλη από την εφαρμογή της ΓΑ σε αμπελώνες. Σε επόμενη έρευνα (Bramley, 2005), επαληθεύτηκε η ύπαρξη σημαντικής χωρικής παραλλακτικότητας των ποιοτικών χαρακτηριστικών, η οποία όμως ήταν χαμηλότερη σε σχέση με την παραλλακτικότητα της παραγωγής (Bramley & Hamilton, 2004).

Τα τελευταία έτη η έρευνα στον τομέα της αμπελουργίας ακριβείας έχει επικεντρωθεί στη βελτίωση της ποιότητας. Καθώς η ανάπτυξη αισθητήρων ποιότητας είναι ακόμη σε αρχικό στάδιο, οι περισσότερες μελέτες χαρτογράφησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών βασίστηκαν στη δειγματοληψία και εργαστηριακή ανάλυση. Ο τρόπος και η πυκνότητα δειγματοληψίας αποτελούν σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει άμεσα το αποτέλεσμα της χαρτογράφησης.

Ο Bramley (2005) διαπίστωσε χωρική και χρονική παραλλακτικότητα στην ποιότητα των σταφυλιών για τα έτη 1999 - 2002 και παρατήρησε ότι οι ζώνες διαχείρισης παραγόμενες από δεδομένα παραγωγής συσχετίστηκαν ικανοποιητικά με τη χωρική παραλλακτικότητα των ποιοτικών χαρακτηριστικών του αμπελώνα. Ωστόσο οι ζώνες που σχηματίστηκαν από τις παραμέτρους ποιότητας δεν ήταν πάντοτε παρόμοιες με τις ζώνες παραγωγής, καθώς οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα είναι πιο σύνθετοι από εκείνους που επηρεάζουν την ποσότητα της παραγωγής. Η διακύμανση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα δε φαίνεται να έχει χωρική σταθερότητα ενδεχομένως επειδή η συσσώρευση σακχάρων στα σταφύλια τείνει να φτάσει σε κάποιο μέγιστο προς το τέλος της ωρίμανσης με αποτέλεσμα η χωρική παραλλακτικότητα να ελαχιστοποιείται καθώς πλησιάζει η συγκομιδή (Bramley, 2010). Είναι γνωστό ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά καθορίζονται από πλήθος παραγόντων εκ των οποίων οι σημαντικότεροι είναι η υδατική κατάσταση των φυτών, το ύψος παραγωγής, το ισοζύγιο μεταξύ της παραγωγής και της βλαστικής ανάπτυξης, το μικροκλίμα κλπ (Jackson & Lombard, 1993).

Είναι συχνό φαινόμενο η έλλειψη χρονικής σταθερότητας της χωρικής παραλλακτικότητας της ποιότητας των σταφυλιών, επειδή οι διεργασίες του φυτού που επηρεάζουν τη χημική σύνθεση των σταφυλιών είναι πολύπλοκες (Santesteban et al., 2013). Στην άμπελο φαίνεται να υπάρχει αρνητική επίδραση της ζωηρότητας και της παραγωγικότητας στη σύνθεση των φαινολικών ουσιών της ράγας (Cortell et al., 2007), καθώς περιοχές με παραγωγικά και ζωηρά φυτά τείνουν να παράγουν μεγαλύτερα σταφύλια χαμηλότερης περιεκτικότητας σε φαινολικά (Bramley, 2005), ενώ μικρότερα σταφύλια παρουσιάζουν υψηλότερο φαινολικό δυναμικό λόγω της αυξημένης τιμής του λόγου φλοιός/γλεύκος (Poni et al., 2006).

Ένας βασικός παράγοντας που έχει σημαντική επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων σταφυλιών είναι η ζωηρότητα των φυτών της αμπέλου. Οι Best et al. (2005) μέτρησαν έναν δείκτη ζωηρότητας-παραγωγής ( $m^2$  φυλλικής επιφάνειας/Kg σταφυλιών) και βρήκαν ότι η ποιότητα των σταφυλιών (brix γλεύκους και χρώμα φλοιού) ήταν χαμηλότερη όταν ο δείκτης παρουσίαζε υψηλότερες τιμές (περισσότερη φυλλική επιφάνεια για την ωρίμανση μιας μονάδας σταφυλιών). Η περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες και φαινόλες έδειξε αρνητική συσχέτιση με την πυκνότητα και την επιφάνεια του φυλλώματος μετά από το στάδιο της άνθισης, ενώ το βάρος της ράγας και η παραγωγή έδειξαν θετική συσχέτιση για την ίδια περίοδο (Hall et al., 2011).

## 1.2 Γενικά για την άμπελο

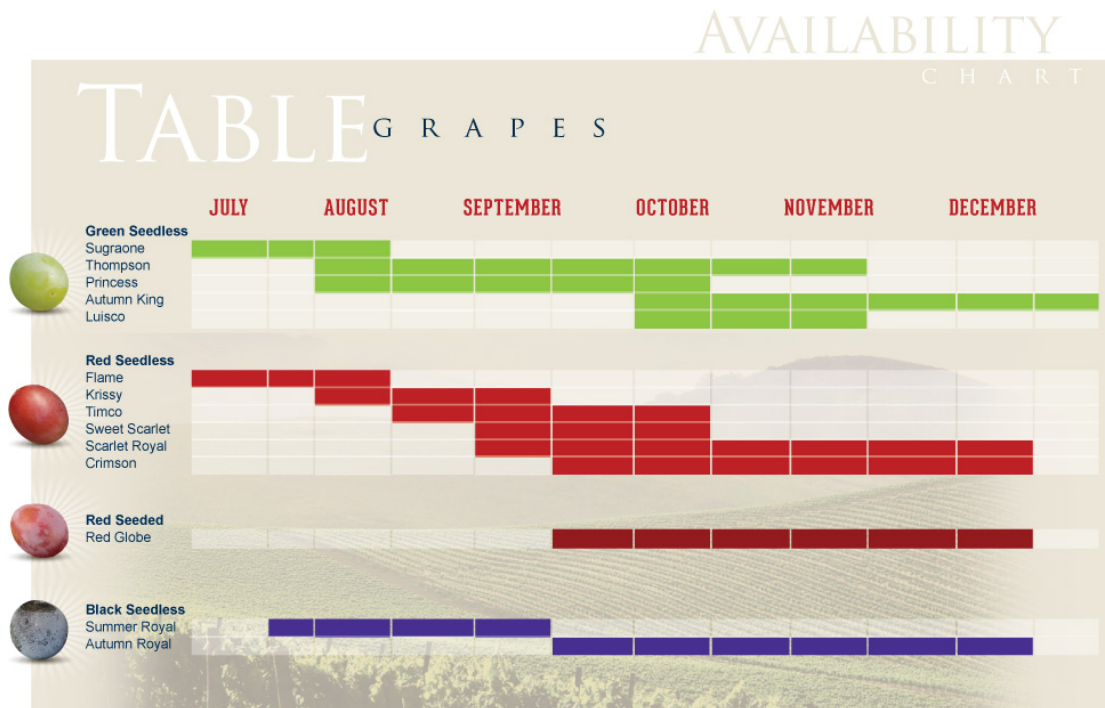
Η άμπελος αποτελεί μία δυναμική καλλιέργεια με υψηλό κόστος εγκατάστασης και παραγωγής αλλά και υψηλό εισόδημα. Η διαχείριση των αμπελώνων απαιτεί σημαντικό αριθμό καλλιεργητικών φροντίδων ιδίως όταν ο αμπελώνας παράγει επιτραπέζια σταφύλια, οπότε και απαιτούνται αυξημένα καλλιεργητικά και ιδιαίτερα εργατικά έξοδα. Επίσης η βελτιστοποίηση της ποιότητας των παραγόμενων σταφυλιών μπορεί να αυξήσει σημαντικά την τιμή του παραγόμενου προϊόντος. Συνεπώς η εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας στον τομέα της αμπελοργίας δύναται να παρουσιάσει άμεσα και μεγάλα οικονομικά οφέλη για τους αμπελοπαραγωγούς που την εφαρμόζουν.

Επιστημονικά η άμπελος ανήκει στο είδος *Vitis vinifera* L. που κατατάσσεται συστηματικά στην Κλάση των Dicotyledones, Τάξη Ramnales, Οικογένεια Vitaceae, Γένος *Vitis* και υπογένος *Euvitis* (Νικολάου, 2005).

Η συνολική έκταση της καλλιέργειας αμπέλου ανέρχεται στα 7,58 εκατομμύρια εκτάρια παγκοσμίως, σύμφωνα με στοιχεία του 2011. Ο ευρωπαϊκός αμπελώνας σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία, αντιπροσωπεύει περίπου το 38% των συνολικών παγκόσμιων εκτάσεων με αμπέλια και ακολουθείται από τον ασιατικό με 18%. Η χώρα με τις περισσότερες εκτάσεις με αμπελώνες το 2011 ήταν η Ισπανία με 1,03 εκατομμύρια στρέμματα και την ακολούθησαν η Γαλλία και η Ιταλία με 0,81 και 0,78 εκατομμύρια στρέμματα, αντίστοιχα. Η Νέα Ζηλανδία σύμφωνα με στοιχεία του ΟΙV για την περίοδο 2007-2011, παρουσίασε τον υψηλότερο ρυθμό αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αμπέλια (περίπου 21%). Θετικοί αλλά όχι τόσο υψηλοί, ήταν και οι ρυθμοί αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων που παρατηρήθηκαν στην Κίνα (4%), στη Χιλή (3%) και στις ΗΠΑ (2%). Αντιθέτως, στην Ευρώπη καταγράφηκαν αρνητικοί ρυθμοί, με την Βουλγαρία να κρατάει τα πρωτεία (-22%) και να την ακολουθούν η Ουγγαρία (-13%), η Ισπανία (-12%), η Γαλλία (-7%), η Ιταλία(-6%) και η Ελλάδα (-6%).

Η παγκόσμια παραγωγή σταφυλιών για νωπή κατανάλωση έφτασε το έτος 2011 στους 22,3 εκατομμύρια τόνους, από τους 22,2 εκατομμύρια τόνους το έτος 2010 και τους 21,2 εκατομμύρια τόνους το έτος 2009. Σύμφωνα με στοιχεία τους Διεθνούς Οργανισμού Αμπέλου και Οίνου (ΟΙV) για την περίοδο από το 2000 έως και 2011, η παγκόσμια παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλιών αυξάνεται με ρυθμό που φτάνει τους 0,68 εκατομμύρια τόνους ανά έτος. Η κυριότερη χώρα παραγωγής

επιτραπέζιων σταφυλιών θεωρείται η Κίνα, της οποίας η παραγωγή έφτασε τους 6,07 εκατ. τόνους το έτος 2011 με ταχείς ρυθμούς ανάπτυξης. Το ίδιο αλλά με αρκετά μικρότερη ποσότητα παραγωγής έχει καταφέρει και η Ινδία. Με ετήσια παραγωγή ανάμεσα στους 1 και 2 εκατ. τόνους, η Ινδία, η Τουρκία, το Ιράν και η Ιταλία ανήκουν στις πιο σημαντικές χώρες παραγωγής επιτραπέζιων σταφυλιών μετά την Κίνα (Γεωργία Κτηνοτροφία, 2012).



Εικόνα 1.1 Περίοδος διάθεσης στην αγορά των εμπορικότερων επιτραπέζιων ποικιλιών.

Οι επιτραπέζιες ποικιλίες αμπέλου μπορούν να φυτευτούν σε όλη την Ελληνική επικράτεια αρκεί να είναι εγγεγραμμένες στον εθνικό κατάλογο ποικιλιών. Με την τελευταία τροποποίηση δίνεται η δυνατότητα να φυτευτούν ποικιλίες επιτραπέζιες που είναι εγγεγραμμένες και στους εθνικούς καταλόγους άλλων κρατών μελών της ΕΕ. Τα τελευταία έτη παρατηρείται μια αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με επιτραπέζια σταφύλια στη χώρα. Το 2003 οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ανέρχονταν στα 12000 εκτάρια, ενώ το 2011 ανέρχονταν σε 16500 εκτάρια. Οι περιοχές με τις μεγαλύτερες καλλιεργούμενες εκτάσεις επιτραπέζιων ποικιλιών εμφανίζονται στον πίνακα 2.1 και οι κυριότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα αναφέρονται στο πίνακα 2.2 (Γεωργία Κτηνοτροφία, 2012).

Πίνακας 1.1 Περιοχές στην Ελλάδα με τη μεγαλύτερη έκταση επιτραπέζιων ποικιλιών αμπέλου

<b>Νομοί</b>	<b>Έκταση (στρέμματα)</b>
Καβάλας	23600
Σερρών	3930
Θεσσαλονίκης	3850
Χαλκιδικής	6610
Κορινθίας	72790
Τρικάλων	4100
Λάρισας	6390
Ηρακλείου	23600
Περίας	1700
Καρδίτσας	2200

Πίνακας 1.2 Καλλιεργούμενες ποικιλίες και εκτάσεις επιτραπέζιων ποικιλιών αμπέλου

<b>Ποικιλίες</b>	<b>Έκταση (στρέμματα)</b>
Σουλτανίνα	102000
Victoria	22500
Cardinal	3600
Αττική	200
Ροζακί	14100
Φράουλα	1300
Italia	3300
Σιδερίτης	2000
Μοσχάτο Αμβούργου	8800
Alfonse lavalee (Ribier)	1300
Όψιμο Σουφλίου	100
Crimson seedless	1500
Superior Seedless	250
Λοιπές	2700
Σύνολο Χώρας	163650

### 1.2.1 Φυτικό υλικό

Για τη διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκε η ποικιλία “Crimson seedless”.

Η ποικιλία Crimson Seedless προήλθε και δημιουργήθηκε στο Fresno της Καλιφόρνιας, από τους David Ramming και Roy Tarailo, με τη διασταύρωση των ποικιλιών Emperor × επιλογή C33-199. Η επιλογή C33-199 είναι αποτέλεσμα διασταυρώσεων των ποικιλιών Italia, Calmeria, μοσχάτο Αλεξανδρείας και Σουλτανίνα. Πρόκειται για μια από τις πιο ενδιαφέρουσες επιτραπέζιες ποικιλίες της Καλιφόρνιας, της οποίας η καλλιέργεια άρχισε το 1989 στην κοιλάδα San Joaquin (Dokoozlian et al., 2000). Η ελληνική νομοθεσία επιτρέπει την καλλιέργεια της στα αμπελουργικά διαμερίσματα Πελοποννήσου, Θεσσαλίας, Μακεδονίας, Θράκης, Δωδεκανήσου και Κρήτης. Η σταφυλή της χαρακτηρίζεται ως μεσαίου μεγέθους προς μεγάλη, κυλινδρική-κυλινδροκωνική, πτερυγωτή μέσης πυκνότητας και η ράγα είναι μετρίου μεγέθους με λεπτό φλοιό, χρώμα ερυθρωπό και έχει ευχάριστη και γλυκιά γεύση. Είναι βέβαιο πως τα χαρακτηριστικά της ράγας βελτιώνονται με κατάλληλους χειρισμούς στον αμπελώνα.

Η ποικιλία αυτή είναι ζωηρή και γόνιμη, η ωρίμανση της συνήθως ολοκληρώνεται κατά το 3ο δεκαήμερο του Αυγούστου. Η απόδοση της ώστε να πληροί τα ποιοτικά εμπορικά πρότυπα κυμαίνεται από 1,8 έως 2,3 τόνους το στρέμμα. Διαμορφώνεται συνήθως σε γραμμωτό σχήμα τύπου λύρας V. Ανάλογα με τους επιδιωκόμενους σκοπούς το κλάδεμα μπορεί να είναι κοντό και μακρύ. Επιδεικνύει ιδιαίτερα καλή αντοχή στις προσβολές από ασθένειες.

Οι ράγες είναι μεγάλες στο μέγεθος ( $\approx 24-26 \times 18-20\text{mm}$ ), με μέσο βάρος ίσο με 4 έως 7 γραμμάρια και η σάρκα των ραγών είναι ιδιαίτερος τραγανή. Επίσης οι ράγες παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλή ανθεκτικότητα στην πίεση και ικανοποιητική πρόσφυση με τους ποδίσκους.

Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα κατά την ωρίμανση των σταφυλιών κυμαίνεται στους 18-22 °Brix και η ολική οξύτητα 0,6%.

### 1.3 Απαιτήσεις της αμπέλου σε εδαφοκλιματικό περιβάλλον

Η μεγάλη επίδραση που ασκεί το οικολογικό περιβάλλον δηλαδή το έδαφος και το κλίμα μιας αμπελουργικής περιοχής στην ποιότητα των σταφυλιών μιας καλλιεργούμενης ποικιλίας αμπέλου, μπορεί να εκτιμηθεί αν σκεφθούμε ότι τα

τεχνολογικά χαρακτηριστικά των σταφυλιών έχουν χαμηλό Συντελεστή Κληρονομικής Ικανότητας ( $H^2$ ), πράγμα που σημαίνει ότι η εκδήλωση των χαρακτηριστικών αυτών επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από το περιβάλλον (Ρούμπος, 1996).

Έτσι η απόδοση σε σταφύλια έχει  $H^2$  που κυμαίνεται από 0,25 έως 0,35, δηλαδή ο γενότυπος της ποικιλίας επιδρά μόνο κατά 25 έως 35%, ενώ το περιβάλλον στο σύνολο του κατά 65 έως 75% στην ποσότητα και ποιότητα παραγωγής. Φαίνεται λοιπόν καθαρά πως μια ποικιλία που φέρει στο γενότυπο της κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ποιότητας για να μπορέσει να εκφράσει στο μέγιστο βαθμό αυτά τα χαρακτηριστικά, θα πρέπει να καλλιεργηθεί στο κατάλληλο εδαφοκλιματικό περιβάλλον.

### 1.3.1 Έδαφος

Η επίδραση του εδάφους στην ποσότητα και ποιότητα της παραγωγής σταφυλιών είναι μεγάλη. Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, η γονιμότητα του και η υγρασιακή του κατάσταση παίζουν σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια της αμπέλου. Τα αμμοχαλικώδη ελαφράς σύστασης και μέτριας γονιμότητας εδάφη προσφέρονται για ποιοτική αμπελουργία. Στα εδάφη αυτά εξασφαλίζεται καλή στράγγιση, πρέπει να γίνεται καλός εφοδιασμός τους με επαρκή ποσότητα νερού για την κάλυψη των υδατικών αναγκών των φυτών, ζεσταίνονται καλύτερα εξασφαλίζοντας έτσι γρήγορη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και πρωίμηση της ωρίμανσης της παραγωγής.

Τα μέσης σύστασης εδάφη, στα οποία κυριαρχεί ο πηλός και η άμμος ενώ η περιεκτικότητα σε άργιλο βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, προσφέρονται για ποιοτική αμπελουργία. Τα εδάφη βαρειάς σύστασης στα οποία κυριαρχεί η άργιλος είναι συνήθως πιο γόνιμα, συγκρατούν υπερβολική υγρασία, κατεργάζονται δυσκολότερα, είναι πιο ψυχρά έτσι ώστε καθυστερεί η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Δίνουν ευρωστία στη βλάστηση, οψιμίζουν την ωρίμανση της παραγωγής, αυξάνουν τις αποδόσεις, αλλά υποβαθμίζουν σημαντικά την ποιότητα των σταφυλιών. Τα εδάφη αυτά δεν προσφέρονται για ποιοτική αμπελουργία και πρέπει να αποκλείονται για την εγκατάσταση νέου αμπελώνα. Το pH του εδάφους που θεωρείται κατάλληλο για την καλλιέργεια της αμπέλου κυμαίνεται από 6,5-7,5. Όμως η καλλιέργεια της αμπέλου αναπτύσσεται ικανοποιητικά και σε εδάφη που έχουν pH εκτός των παραπάνω ορίων. Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να επισημανθεί η μεγάλη επίδραση που ασκεί το



υποκείμενο που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε εδαφικό τύπο για την παραγωγή σταφυλιών από μια καλλιεργούμενη ποικιλία αμπέλου (Ρούμπος, 1996).

### **1.3.2 Κλίμα**

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε αμπελουργική περιοχή επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή των αμπελουργικών προϊόντων. Ποικιλίες που σε ένα δεδομένο κλιματικό περιβάλλον δίνουν άριστη ποιότητα σταφυλιών, καλλιεργούμενες σε διαφορετικό κλίμα και σε όμοιο τύπο εδάφους δεν δίνουν την ίδια ποιότητα σταφυλιών. Η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια, οι βροχοπτώσεις και οι άλλες συνιστώσες του κλίματος κάθε περιοχής ασκούν σημαντική επίδραση στην καλλιέργεια της αμπέλου.

### **1.3.3 Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία επιδρά αποτελεσματικά στις φυσιολογικές λειτουργίες της αμπέλου από την έναρξη της βλάστησης μέχρι τη φυλλόπτωση. Η έναρξη της βλάστησης που συμπίπτει με την έκπτυξη των οφθαλμών απαιτεί τιμή θερμοκρασίας που παραλλάσει ανάλογα με την ποικιλία, τη χρονιά, το χρόνο κλαδέματος, την θρεπτική κατάσταση των πρέμων, την γονιμότητα και την υγρασκοπική κατάσταση του εδάφους. Η τιμή αυτή της θερμοκρασίας ονομάζεται 'μηδέν βλάστησης' και ως τέτοια θεωρείται η θερμοκρασία των 10 °C για όλες τις ποικιλίες και για όλες τις περιοχές. Μεγάλη επίδραση για την ευδοκίμηση της αμπέλου έχουν οι θερμοκρασίες που είναι ίσες ή ανώτερες από την τιμή των 10 °C.

Υπάρχουν ποικιλίες που έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε θερμοκρασία, είναι δηλαδή όσιμης ωρίμανσης ποικιλίες, κατά συνέπεια θα πρέπει να καλλιεργηθούν σε περιβάλλον που το ενεργό θερμικό άθροισμά του να καλύπτει τις απαιτήσεις της ποικιλίας αυτής. Υπάρχουν ποικιλίες χαμηλών θερμικών απαιτήσεων δηλαδή πρώιμης ωρίμανσης ποικιλίες που μπορούν να καλλιεργηθούν και σε περιβάλλοντα με χαμηλό ενεργό θερμικό άθροισμα (Ρούμπος, 1996).

### **1.3.4 Ηλιοφάνεια**

Η διάρκεια και η ένταση της ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια της 'ευνοϊκής περιόδου βλάστησης' της αμπέλου, επηρεάζει σημαντικά την ευδοκίμηση της. Ο ρυθμός της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φύλλων εξαρτάται από την έκθεση

των φύλλων στο ηλιακό φως. Η ποσότητα των υδατανθράκων που συντίθεται στα φύλλα επηρεάζει την ανάπτυξη και τη ζωνρότητα της βλάστησης καθώς και την πορεία ωρίμανσης των σταφυλιών. Το ήμισυ περίπου της ποσότητας των υδατανθράκων αξιοποιείται για την ανάπτυξη του πρέμνου και το άλλο ήμισυ για την ανάπτυξη και ωρίμανση των σταφυλιών (Ρούμπος, 1996).

### **1.3.5 Υγρασία**

Η εξασφάλιση επαρκούς εδαφικής υγρασίας για την κάλυψη των αναγκών των φυτών καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση όλων των φυσιολογικών τους λειτουργιών. Η άμπελος κατά τη διάρκεια της βλαστικής της περιόδου έχει ανάγκη από 150-250 mm διαθέσιμου νερού που εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος, το ηλιοθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής, από τις εδαφικές ιδιότητες, από την ποικιλία της αμπέλου, το σχήμα διαμόρφωσης κ.α.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι οι αμπελουργικές περιοχές της Ελλάδας διαθέτουν ικανοποιητικές έως υψηλές τιμές ηλιοθερμικού δυναμικού έτσι ώστε ευνοούν τη γρηγορότερη ωρίμανση των πρώιμων ποικιλιών αμπέλου και καλύπτουν τις ηλιοθερμικές απαιτήσεις των όψιμων, μεγάλης περιόδου βλάστησης ποικιλιών αμπέλου (Ρούμπος, 1996).

## 1.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά ράγας και η χημική σύσταση της

Η ποιότητα των σταφυλιών αποτελεί τη σημαντικότερη ίσως παράμετρο της καλλιέργειας αφού επηρεάζει σημαντικά την τιμή του τελικού προϊόντος. Στην αμπέλο, η ποιότητα της παραγωγής εξαρτάται από παράγοντες του περιβάλλοντος, τις ιδιότητες της ποικιλίας και τις καλλιεργητικές πρακτικές. Η τελική ποιότητα του επιτραπέζιου σταφυλιού αφορά ένα συνδυασμό παραμέτρων: την περιεκτικότητα σε σάκχαρα και οξύτητα, στην ανάπτυξη του εμπορεύσιμου χρώματος και το μέγεθος των ραγών.

Τα σάκχαρα που περιέχονται στις ράγες των σταφυλιών είναι κυρίως η γλυκόζη και η φρουκτόζη (Σταύρακας, 1997). Η περιεκτικότητα των σταφυλιών σε σάκχαρα αποτελεί ένα από τα βασικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σταφυλιών της αμπέλου και μετράται σε βαθμούς Baume ή °brix. Σε γενικές γραμμές, υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα θεωρείται επιθυμητό χαρακτηριστικό ιδιαίτερα για επιτραπέζιες ποικιλίες που προορίζονται για νωπή κατανάλωση, αλλά σαν δείκτη ποιότητας πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας το λόγο των σακχάρων προς την οξύτητα. Ο λόγος αυτός στην επιτραπέζια ποικιλία Crimson seedless στην οποία και διεξήχθησαν οι μετρήσεις της παρούσας εργασίας πρέπει να κυμαίνεται από 35-40 (Jayasena, 2007).

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, όσο το σταφύλι πλησιάζει προς την ωρίμανση, παρατηρείται μείωση της ολικής οξύτητας με ταυτόχρονη αύξηση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα (Σταύρακας, 1997). Σε περιπτώσεις επικράτησης ιδιαίτερα υψηλών θερμοκρασιών κατά την ωρίμανση, η συσσώρευση των σακχάρων στις ράγες είναι μειωμένη (Sepulveda & Kliwer 1986). Στις επιτραπέζιες ποικιλίες και ειδικότερα στις ερυθρές, η περιεκτικότητα σε χρωστικές έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς καθορίζει το χρώμα του παραγόμενου προϊόντος και τελικά την εμπορική αξία του προϊόντος. Οι κύριες χρωστικές που περιέχονται στο φλοιό των ερυθρών ποικιλιών είναι οι ανθοκυάνες, οργανικές ενώσεις που ανήκουν στην κατηγορία των φλαβονοειδών ενώσεων. Ο χρωματισμός των σταφυλιών επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες (ηλιοφάνεια και διαφορά θερμοκρασίας ημέρας και νύκτας στο στάδιο του περκασμού μέχρι και τη συγκομιδή), καθώς και από τη θρέψη και την υδατική κατάσταση της αμπέλου. Έχει παρατηρηθεί μη ικανοποιητικός χρωματισμός των σταφυλιών σε περιπτώσεις

υπερβολικής λίπανσης, ιδίως με άζωτο, ενώ το αντίθετο έχει βρεθεί σε περιπτώσεις έλλειψης αζώτου (Keller Hrazdina, 1998).

Επίσης η ζοηρότητα της ποικιλίας και του υποκειμένου, αλλά και ο όγκος παραγωγής του φυτού, θεωρείται ότι συσχετίζονται αρνητικά με τον ικανοποιητικό χρωματισμό των ραγών ειδικότερα στις ερυθρές ποικιλίες. Γενικά, η αύξηση των βλαστών θα πρέπει να σταματά πριν τον περκασμό ώστε να εξασφαλίζεται ευνοϊκή κατανομή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης προς τις ράγες και να διευκολύνεται η ωρίμανση των σταφυλιών και η επιθυμητή συγκέντρωση στα ποιοτικά συστατικά της ράγας (Koundouras et al., 2009). Η πορεία ωρίμανσης και η ποιότητα των παραγόμενων σταφυλιών εξαρτώνται κυρίως από τις κλιματολογικές και καλλιεργητικές συνθήκες κατά το στάδιο της ωρίμανσης. Σχετικά υψηλή θερμοκρασία κατά το στάδιο της ωρίμανσης προκαλεί προίμιση στην ωρίμανση της παραγωγής εμφανίζοντας γρήγορη συσσώρευση των φωτοσυνθετικών προϊόντων στις ράγες (Jones & Davis, 2000). Αντίθετα, χαμηλές θερμοκρασίες κατά την ωρίμανση οδηγούν σε οψίμιση της παραγωγής (Jones et al., 2005).

Επίσης, σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση και ποιότητα παίζουν οι καλλιεργητικές τεχνικές που αυξάνουν τη ζοηρότητα των πρέμων, ιδιαίτερα η άρδευση και η λίπανση. Σε περιπτώσεις υπερβολικής λίπανσης, κυρίως αζωτούχου, καθώς και συχνών αρδεύσεων με μεγάλες ποσότητες νερού, έχουμε υπερβολική ανάπτυξη των βλαστών οι οποίοι ανταγωνίζονται τους καρπούς στη συσσώρευση των φωτοσυνθετικών προϊόντων με αποτέλεσμα να παρατηρείται μειωμένη περιεκτικότητα σε σάκχαρα και καθυστέρηση της ωρίμανσης των σταφυλιών (Koundouras et al., 2006).

## 1.5 Διατροφική αξία σταφυλιού

Το σταφύλι είναι εξαιρετικά θρεπτικό φρούτο με πληρέστατη σύνθεση σε μεταλλικά άλατα και βιταμίνες. Ιατρικά καταπολεμά την κατακράτηση των υγρών. Είναι πλούσιο σε κάλιο και βιταμίνες, έχει και αντιοξειδωτική αλλά και αντικαρκινική δράση, λόγω της ρεσβερατρόλης. Αυτή η ουσία βρίσκεται στη φλούδα και στο χυμό σταφυλιών (οι κόκκινες ποικιλίες έχουν περισσότερη ρεσβερατρόλη). Η ρεσβερατρόλη προστατεύει από τον καρκίνο του δέρματος που προκαλείται από υπερϊώδη ακτινοβολία και ιδιαίτερα από τις ακτίνες UVB.

Αξιοσημείωτο επίσης είναι ότι από τα 16 μεταλλικά στοιχεία που είναι απαραίτητα στον ανθρώπινο οργανισμό τα 12 πιο βασικά περιέχονται στα σταφύλια (κάλιο, ασβέστιο, σίδηρος, φώσφορος, μαγνήσιο, νάτριο, βόριο, θείο κλπ). Τα σταφύλια περιέχουν αντιοξειδωτικές ουσίες της ομάδας των φλαβονοειδών, Αυτές είναι φαινολικές ενώσεις που φαίνεται να συντελούν στην πρόληψη ορισμένων μορφών καρκίνου (του στήθους, του παχέος εντέρου, του δέρματος του ήπατος) και των καρδιαγγειακών παθήσεων. Ιδιαίτερα τα κόκκινα σταφύλια περιέχουν υψηλή ποσότητα κουερσετίνης (quercetin) - (φλαβονοειδές) που φαίνεται ότι προστατεύει τον οργανισμό από καρδιαγγειακές παθήσεις.

Πιο αναλυτικά το σταφύλι είναι πλούσιο σε βιταμίνη Α, βιταμίνη C καθώς και σε βιταμίνες του συμπλέγματος Β, ενώ από μεταλλικά στοιχεία περιέχει ασβέστιο (Ca), φώσφορο (P), κάλιο (K) και σίδηρο (Fe). Είναι καλή πηγή υδατανθράκων λόγω των σακχάρων που περιέχει κι έτσι αποτελεί καλή πηγή ενέργειας για τον οργανισμό.

Η βιταμίνη Α βοηθά στην καλή όραση, ενώ οι ανθοκυάνες (χρωστικές που βρίσκονται κυρίως στα κόκκινα σταφύλια) δυναμώνουν τα αγγεία των ματιών και επιβραδύνουν τη γήρανση της όρασης και την ανάπτυξη παθήσεων του αμφιβληστροειδούς.

Εκτός από την προστατευτική τους δράση για την όραση, οι ανθοκυάνες μαζί με τις πολυφαινόλες, λόγω των εξαιρετικά αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους, εμποδίζουν τη δημιουργία και τη δράση των ελευθέρων ριζών, ενισχύουν τα τοιχώματα των αιμοφόρων αγγείων και μειώνουν τις φλεγμονές, ασκώντας τόσο αντιγηραντική όσο και καρδιοπροστατευτική δράση. Μάλιστα έχει βρεθεί ότι τα λιπαρά οξέα που περιέχονται στα γίγαρτα του σταφυλιού μειώνουν τη χοληστερίνη και βοηθούν στην πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων. Τα φλαβονοειδή που

αφθονούν κι αυτά στο κόκκινο σταφύλι, ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα, προστατεύουν την καρδιά, τα αγγεία και τους πνεύμονες και τονώνουν το δέρμα.

Παράλληλα, το σταφύλι είναι εξαιρετικό μυϊκό και νευρικό τονωτικό και άριστο αποτοξινωτικό. Είναι καλή πηγή φυτικών ινών, οπότε συντελούν στην καλή λειτουργία του εντέρου γι' αυτό και θεωρείται φάρμακο κατά της δυσπεψίας, της δυσκοιλιότητας, της κολίτιδας και των αιμορροΐδων. Λόγω της περιεκτικότητάς του σε βιταμίνη C που ενισχύει το αμυντικό σύστημα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις ανάρρωσης και σε οξείες εμπύρετες καταστάσεις, ενώ ενισχύει και την απορρόφηση του επίσης περιεχόμενου σιδήρου οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε περιπτώσεις αναιμιών.

## 1.6 Ετήσιος κύκλος της αμπέλου

Ο ετήσιος κύκλος των φυτών της αμπέλου χαρακτηρίζεται από φυσιολογικές και ανατομικές μεταβολές οι οποίες μάλιστα επηρεάζουν τη μορφή του φυτού. Είναι γνωστό ότι η βλαστική περίοδος εναλλάσσεται με τη χειμερινή ανάπαυση του φυτού. Κατά τη βλαστική περίοδο διακρίνονται τρεις φάσεις: α) από την εκβλάστηση (τέλη Μαρτίου – αρχές Απριλίου) μέχρι την ανθοφορία η οποία πραγματοποιείται περίπου στα μέσα Μαΐου με αρχές Ιουνίου, β) από την ανθοφορία μέχρι αρχές Αυγούστου, όπου οι ράγες αρχίζουν να ωριμάζουν (περκασμός), γ) από αρχές Αυγούστου μέχρι την ωρίμανση των σταφυλιών. Οι τρεις αυτές φάσεις μπορούν να αρχίζουν νωρίτερα ή αργότερα ανάλογα με την ποικιλία. Η χειμερινή ανάπαυση των φυτών αρχίζει από την πτώση των φύλλων (Νοέμβριο – Δεκέμβριο) και διαρκεί μέχρι την εκδήλωση της δακρύρροιας (Φεβρουάριο) (Νικολάου, 2008).

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι οφθαλμοί της αμπέλου βρίσκονται σε λήθαργο. Με την έναρξη της άνοιξης, μόλις η θερμοκρασία αρχίσει να αυξάνεται, οι οφθαλμοί διογκώνονται και ξεκινά η εκβλάστηση. Την εκβλάστηση ακολουθεί το στάδιο αύξησης των βλαστών οι οποίοι προέρχονται από τους οφθαλμούς που εξήλθαν από το λήθαργο. Ο ρυθμός αύξησης των βλαστών μεγιστοποιείται κατά την άνθιση και έπειτα μειώνεται μέχρι τα μέσα Ιουλίου που ελαχιστοποιείται. Η διακοπή της αύξησης κατά το καλοκαίρι έχει θετική επίδραση στην ποιότητα των σταφυλιών.

Η άνθιση ξεκινά μέσα Μαΐου με αρχές Ιουνίου με την εμφάνιση των ταξιανθιών στο βλαστικό άξονα. Για κανονική ανθοφορία και καρπόδεση η θερμοκρασία του περιβάλλοντος θα πρέπει να ξεπερνά τους 15 °C και οι ευνοϊκότερες θερμοκρασίες είναι 20 – 25 °C. Κάτω από τους 15 °C και πάνω από τους 35 °C, η πτώση των πλιδίων επιβραδύνεται. Οι χαμηλές θερμοκρασίες και η βροχόπτωση εμποδίζουν την ανθοφορία και καρπόδεση.

Μετά τη γονιμοποίηση των σπερμοβλαστών της ωοθήκης, ξεκινά η αύξηση των ραγών η οποία περνάει από 3 διακριτές φάσεις: το στάδιο της πράσινης ράγας (διαρκεί περίπου 60 μέρες), το στάδιο του περκασμού (διαρκεί περίπου 7 μέρες), το οποίο στις ερυθρές ποικιλίες συνοδεύεται με εμφάνιση του χρώματος στο φλοιό, και το στάδιο της ωρίμανσης που διαρκεί 5 - 8 εβδομάδες και καταλήγει στον τρυγητό (συγκομιδή).

Τέλος, μετά από την ξυλοποίηση των βλαστών και την πτώση των φύλλων (Νοέμβριο) ξεκινά ο χειμερινός λήθαργος των φυτών της αμπέλου που διαρκεί μέχρι

τη δακρύρροια (εκροή νερού από τις τομές του κλαδέματος) και την εκβλάστηση της επόμενης χρονιάς.



Εικόνα 1.2 Φαινολογικά στάδια του βλαστικού κύκλου της αμπέλου όπως παρουσιάστηκε από τον Baggiolini (1946).



## 1.7 Ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και λίπανση σε επιτραπέζιες ποικιλίες της αμπέλου

Η ανόργανη θρέψη αφορά κυρίως τα στοιχεία που προσλαμβάνουν τα φυτά από το έδαφος με το ριζικό σύστημα. Από τα στοιχεία που υπάρχουν στη φύση μόνο 16 από αυτά είναι απαραίτητα στα φυτά (Νικολάου, 2001). Όταν κάποιο στοιχείο βρίσκεται στους ιστούς του φυτού σε ποσότητες μικρότερες από τις κανονικές ώστε να επηρεάζονται οι βασικές λειτουργίες, τότε το φυτό έχει έλλειψη του στοιχείου αυτού. Τα διάφορα τμήματα του φυτού περιέχουν διάφορες ποσότητες στοιχείων. Μεταξύ των οργάνων του φυτού, το φύλλο θεωρείται το σπουδαιότερο όργανο για την εκτίμηση των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων, ιδιαίτερα στα πολυετή φυτά. Μεταξύ ελάσματος του φύλλου και του μίσχου υπάρχουν επίσης μεγάλες διαφορές. Έτσι έχει διαπιστωθεί ότι ο μίσχος είναι πλούσιος σε νιτρικό άζωτο, κάλιο, νάτριο, μαγγάνιο και ασβέστιο, ενώ το έλασμα είναι πλούσιο σε ολικό άζωτο, φωσφόρο, θείο, μαγνήσιο και σίδηρο. Επίσης, ανάλογα με την ηλικία των φύλλων, η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία μεταβάλλεται. Έτσι όσο πιο ηλικιωμένα είναι τα φύλλα, τόσο μειώνεται η περιεκτικότητά τους σε άζωτο, φωσφόρο και κάλιο, ενώ η περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο, μαγνήσιο και σίδηρο αυξάνεται (Νικολάου, 2001).

Το αμπέλι είναι ένα φυτό του οποίου οι ανάγκες σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία είναι μικρές σε σχέση με άλλα καλλιεργούμενα είδη. Το ριζικό σύστημα του καταλαμβάνει πολλές φορές μεγάλο όγκο εδάφους και έτσι οι ανάγκες εξαρτώνται περισσότερο από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους και λιγότερο από τις λιπάνσεις. Παρόλα αυτά όμως κάποιες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων θα πρέπει να προστίθενται υπό τη μορφή λιπασμάτων. Οι ελλείψεις ή οι υπερβολικές ποσότητες ενός στοιχείου στο έδαφος είναι δυνατόν να προκαλέσουν φυσιολογικές διαταραχές ή τοξικά φαινόμενα με δυσμενείς επιπτώσεις στην παραγωγή της χρονιάς, αλλά και την επιβίωση ή τη μακροβιότητα των φυτών. Ακόμα κατά τη διάρκεια της διαβίωσης των φυτών στον αμπελώνα για αρκετά χρόνια το έδαφος υποβαθμίζεται σταδιακά. Έτσι παρατηρείται πολλές φορές οξίνιση των εδαφών με αποτέλεσμα τη διαλυτοποίηση τοξικών μετάλλων στο έδαφος και τη μείωση της διαθεσιμότητας ορισμένων δισθενών κατιόντων, του βορίου και άλλων στοιχείων. Επίσης μειώνεται η περιεκτικότητά σε οργανική ουσία της οποίας η συμβολή στις φυσικές βιολογικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους είναι καθοριστική (Νικολάου, 2001).

Τα στοιχεία άζωτο, κάλιο, φώσφορος και μαγνήσιο προσλαμβάνονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από τα φυτά και ως εκ τούτου η μέριμνα για τον έλεγχο των ποσοτήτων τους στο έδαφος είναι πιο συχνή. Μεταξύ αυτών όταν υπάρχει έλλειψη αζώτου, καλίου και φωσφόρου αναστέλλεται η αύξηση, ενώ όταν υπάρχει έλλειψη μαγνησίου, παρόλο που εμφανίζονται συμπτώματα, δεν αναστέλλεται η αύξηση. Σημειώνεται ότι η έλλειψη φωσφόρου σε σημείο όπου επηρεάζεται η αύξηση της αμπέλου είναι σπάνια (Νικολάου, 2001).

Για την εκτίμηση της τροφικής κατάστασης των φυτών εφαρμόζεται η φυλλοδιαγνωστική. Η δειγματοληψία γίνεται κατά την άνθηση ή τον περκασμό, δεδομένου ότι στα στάδια αυτά οι ανάγκες του φυτού είναι πολύ μεγάλες (Νικολάου, 2001).

Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου η πρόσληψη είναι κανονική και επεκτείνεται σε όλη την περίοδο της αύξησης και μερικές φορές και στην περίοδο ωρίμανσης των καρπών. Μερικές φορές όμως κάποιες ανάγκες καλύπτονται και από ανακατανομή των στοιχείων εντός του φυτού. Για παράδειγμα εάν έχουμε έντονη απορρόφηση καλίου κατά την άνοιξη, τότε στην περίοδο της ωρίμανσης οι ανάγκες του φυτού καλύπτονται από ανακατανομή και δεν παρατηρείται απορρόφηση. Αντίθετα, εάν η απορρόφηση την άνοιξη είναι μειωμένη, τότε παρατηρείται απορρόφηση κατά την περίοδο της ωρίμανσης. Στις περιπτώσεις όμως ξηρασίας κατά την ωρίμανση η πρόσληψη είναι μειωμένη και τότε μπορούν να εμφανιστούν συμπτώματα έλλειψης του στοιχείου αυτού. Συνήθως η ανακατανομή κάποιων στοιχείων παρατηρείται είτε κατά την περίοδο της έναρξης της αύξησης των βλαστών, είτε κατά την περίοδο ωρίμανσης των ραγών. Οι ποσότητες των στοιχείων που επανακατανέμονται είναι πολλές φορές αρκετά μεγάλες (Νικολάου, 2001).

**1.7.1 Ρόλος του αζώτου (N):** Ανάλογα με τη ζωηρότητα των φυτών και τις κλιματολογικές συνθήκες πρέπει να παρέχονται κάθε χρόνο 8-12 μονάδες αζώτου σε αμπέλια με μειωμένη ζωηρότητα, ενώ με επαρκή ζωηρότητα προστίθεται η μισή περίπου ποσότητα από την ανωτέρω. Η εποχή που υπάρχει ανάγκη αζωτούχων λιπασμάτων είναι στην ανθοφορία, στην ταχεία αύξηση των βλαστών και των ραγών (Μάιο-Ιούνιο) και για αυτό το λόγο η εφαρμογή με αμμωνιακές λιπάνσεις γίνεται στα τέλη Φεβρουαρίου και με νιτρικές ένα μήνα αργότερα (Νικολάου, 2001). Η νέα βλαστική ανάπτυξη μπορεί να συσσωρεύσει το 50% των ετήσιων αναγκών του N (Conradie, 2005). Η ποσότητα του N που επανακινητοποιείται από τους βλαστούς και τις ρίζες μεταξύ του φουσκώματος των οφθαλμών και της καρπόδεσης φτάνει μέχρι

και το 40% εκείνης που χρειάζονται οι βλαστοί, τα φύλλα και τα σταφύλια (Conradie, 1980). Η απορρόφηση του αζώτου είναι πιο γρήγορη μεταξύ άνθισης και περκασμού, με τα αναπτυσσόμενα τσαμπιά να είναι η περιοχή μεγαλύτερης ανάγκης για N κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου (Conradie, 2005, Peacock et al., 1989). Ως εκ τούτου, οι εφαρμογές N είναι καλύτερο να γίνονται την άνοιξη, μετά από τον κίνδυνο του παγετού, δηλ. από τον Απρίλιο και μετά, όταν η πρόσληψη και η ζήτηση είναι η βέλτιστη (Christensen, 2008). Μια καλή χρονική στιγμή για τη λίπανση με N είναι στην καρπόδεση (ακριβώς μετά την άνθιση, τέλη Μάη), ώστε να αντιστοιχεί με την ταχεία πρόσληψη και ζήτηση, με την ανάπτυξη των τσαμπιών, και σε μικρότερο βαθμό των βλαστών και των φύλλων. Από το κλείσιμο των σταφυλιών ως τον περκασμό, όταν η ανάπτυξη βλαστών επιβραδύνεται, το διαθέσιμο N θα διατεθεί και θα ενσωματωθεί επίσης στις μόνιμες δομές του αμπελιού για αποθήκευση.

Μια άλλη χρονική στιγμή για εφαρμογή λιπασμάτων N είναι η περίοδος μετά τη συγκομιδή. Η περίοδος αυτή είναι μια τέλεια χρονική στιγμή για να δοθεί N για απορρόφηση και αποθήκευση, ώστε να υποστηριχθεί η νέα ανάπτυξη του πρέμνου την επόμενη χρονιά. Από μελέτες που χρησιμοποίησαν N για τη μέτρηση της εποχιακής πρόσληψης των αμπελιών 'Thompson Seedless', διαπιστώθηκε ότι οι εφαρμογές λιπασμάτων που γίνονται τον Ιούλιο ή τέλη Σεπτεμβρίου (μετά τη συγκομιδή), είχαν ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη συγκέντρωση του N κατά τη διάρκεια της επόμενης άνοιξης και κατά την άνθιση (Peacock et al., 1989). Επιπλέον, το N που απορροφάται κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου είναι μέχρι και το 60% του συνολικού ποσού του N στα αποθέματα που είναι διαθέσιμα κατά την έναρξη της επόμενης σεζόν (Conradie, 2005). Όταν γίνεται λίπανση κατά τη διάρκεια της μετασυλλεκτικής περιόδου, η κόμη θα πρέπει να είναι υγιής και λειτουργική για να εξασφαλιστεί επαρκής πρόσληψη. Αυτή η εφαρμογή θα πρέπει να γίνει πριν από τον Οκτώβριο στην κεντρική Καλιφόρνια (Christensen et al., 1996). Επιπλέον, η εφαρμογή μετά τη συγκομιδή πρέπει να γίνει πολύ σύντομα μετά την όψιμη συγκομιδή ποικιλιών όπως η Crimson Seedless και η Autumn King, για να απορροφηθεί αποτελεσματικά.

Η απαίτηση των αμπελιών σε N είναι μικρότερη σε σχέση με άλλες πολυετείς καλλιέργειες (Mullins et al., 1992). Μια έρευνα που διεξήχθη για να καθορίσει την ποσότητα του N που χρησιμοποιείται από τα αμπέλια Thomson Seedless που καλλιεργούνται για σταφίδα στην κεντρική Καλιφόρνια, βρήκε ότι απαιτούνται περίπου  $84 \text{ kg ha}^{-1}$  για να υποστηρίξουν την ετήσια ανάπτυξη φύλλων, βλαστών και

τσαμπιών. Τα συγκομισμένα φρούτα ήταν υπεύθυνα για τις μικρότερες απώλειες του αμπελιού με περίπου  $35 \text{ kg ha}^{-1}$ , ενώ άλλα μέρη του αμπελιού που συνέβαλαν στις απώλειες, όπως πεσμένα φύλλα και κλαδέματα, επέστρεφαν στο έδαφος και ανακυκλώνονταν στα πρέμνα με το χρόνο (Williams, 1987). Βάση αυτής της έρευνας και άλλων μελετών, έχει υπολογιστεί ότι ένα αμπέλι με μέση απόδοση 2,5 τόνους το στρέμμα, θα απαιτούσε περίπου 1350 γρ N ανά τόνο σταφυλιών για να αναπληρωθούν οι απώλειες από τη συγκομιδή των σταφυλιών (Christensen, 2008). Χρησιμοποιώντας αυτό τον τύπο, ένας αμπελώνας επιτραπέζιων σταφυλιών μέσης απόδοσης 1000 κουτιών των 9 κιλών ανά εκτάριο, θα απαιτούσε περίπου 3,2 κιλά N το στρέμμα και οι ανάγκες θα αυξάνονταν με μεγαλύτερες αποδόσεις. Γενικά, οι αποδόσεις σε κρασί και η ποιότητα της σταφυλής μπορεί να διατηρηθεί με ετήσια εφαρμογή  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  έως  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  N (Peacock et al., 1996).

Ο καθορισμός της ποσότητας του N που εφαρμόζεται στους αμπελώνες εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες. Οι πηγές N από το νερό άρδευσης, τα υπολείμματα της καλλιέργειας/εδαφοκάλυψης και από την ανοργανοποίηση της οργανικής ύλης του εδάφους και από άλλους παράγοντες όπως η ποικιλία, το υποκείμενο, οι πρακτικές άρδευσης και η διαχείριση της κόμης, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό των απαιτήσεων σε N. Στους αμπελώνες επιτραπέζιων σταφυλιών, ο στόχος της λίπανσης με N είναι να καλύψει τις απαιτήσεις του αμπελιού ώστε να μεγιστοποιήσει την απόδοση και την ποιότητα. Οι πρακτικές λίπανσης θα πρέπει να υπολογίζονται και να αναπροσαρμόζονται ετησίως ανάλογα με την ανάλυση των ιστών και ανάλογα με τις παρατηρήσεις της ζωηρότητας του αμπελιού και την επιζητούμενη ποιότητα του καρπού.

Υψηλά επίπεδα αζώτου αργά στη σεζόν μπορούν επίσης να επιδράσουν αρνητικά στην αντοχή των αμπελιών στο κρύο του χειμώνα. Τα αμπέλια με αφθονία N έχουν σκούρο πράσινο φύλλωμα, η ανάπτυξη είναι έντονη και η κόμη είναι πυκνή, καθιστώντας τη διαχείριση της δύσκολη ενώ μπορεί να πολλαπλασιάσει προβλήματα, όπως κακή καρποφορία οφθαλμών, κακός χρωματισμός των κόκκινων σταφυλιών, υπερβολικό σπάσιμο βλαστών και αυξημένα επίπεδα σήψης των τσαμπιών και νέκρωσης των στελεχών τους (Christensen και Peacock, 2000).

Ωστόσο, η ανεπάρκεια N θα μειώσει την απόδοση και το κέρδος. Είναι σημαντική η κατανόηση και η αναγνώριση των αναγκών μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας ή ενός τομέα του αμπελώνα. Σε περιοχές που η παραγωγή είναι κυρίως για επιτραπέζια σταφύλια, προτείνονται συνήθως δυο εφαρμογές. Συνήθως

προτείνουν την εφαρμογή του μισού N πριν το φούσκωμα των οφθαλμών και το άλλο μισό μετά την άνθιση. Αυτή η λεπτομέρεια μπορεί να είναι μεγάλης σημασίας σε εδάφη με μεγάλη πιθανότητα έκπλυσης του N. Κάποιες παλαιότερες συστάσεις προτείνουν ότι εφαρμογές του N μέσα στο χειμώνα είναι αποτελεσματικές. Οι παραγωγοί που ενδιαφέρονται για αυτή την επιλογή, θα πρέπει να λάβουν υπόψη τις απώλειες του N από το έδαφος της συγκεκριμένης περιοχής τους και το τυπικό μοτίβο καιρού που επικρατεί. Κάποια πανεπιστήμια συνιστούν οι παραγωγοί να αφήνουν τα ζιζάνια να μεγαλώνουν ανάμεσα στις σειρές προς το τέλος της σεζόν (από το Σεπτέμβριο και έπειτα). Ο λόγος είναι ότι τα ζιζάνια θα τραβήξουν το περίσσιο N και υγρασία από το έδαφος. Αυτό θα επιβραδύνει την τυχόν βλαστική αύξηση, θα προωθήσει την πτώση των φύλλων και την ξυλοποίηση των κληματίδων και θα βοηθήσει στη μείωση της διάβρωσης το χειμώνα σε περιπτώσεις επικλινών εδαφών. (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>)

**1.7.2 Ρόλος του καλίου (K):** Σημαντικό στοιχείο αφού επηρεάζει την οικονομία του νερού στο φυτό και την ανάπτυξη του καρπού. Το K εξουδετερώνει τα οργανικά οξέα και παίζει ρόλο στον έλεγχο της οξύτητας και του pH του χυμού των φρούτων (Mullins et al., 1992). Γνωρίζουμε πολύ λίγα για τις ακριβείς λειτουργίες του K στα σταφύλια, ωστόσο είναι γνωστό ότι το K είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη των καρπών (Mpelasoka et al., 2003).

Η έλλειψη K δεν είναι γενικά διαδεδομένη στους αμπελώνες και παρατηρείται συχνά μόνο σε περιοχές με αμμώδη εδάφη με χαμηλή φυσική γονιμότητα ή εκεί όπου το επιφανειακό έδαφος αφαιρέθηκε για ισοπέδωση. Τα βαριά κακής δομής εδάφη, τα κακώς αποστραγγιζόμενα εδάφη, η έλλειψη νερού και τα αμπέλια με αδύναμο ριζικό σύστημα λόγω ζημιών από παράσιτα του εδάφους (φυλλοξήρα και νηματώδεις) μπορούν επίσης να συμβάλουν στην έλλειψη K λόγω μειωμένης πρόσληψής του (Christensen και Peacock, 2000). Τα αμπέλια με ανεπάρκεια K εμφανίζουν χλώρωση στο περιθώριο των φύλλων και μεταξύ των κύριων αγγείων μέχρι τα μέσα καλοκαιριού και ξήρανση και καρούλιασμα στο περιθώριο, καθώς τα συμπτώματα προχωρούν. Όταν η ανεπάρκεια είναι σοβαρή, η ανάπτυξη των βλαστών μειώνεται σημαντικά και τα αμπέλια μπορεί να ρίξουν το φύλλωμά τους πρόωρα, ειδικά αν ο αμπελώνας είναι μεγάλης ηλικίας. Τα αμπέλια μπορεί επίσης να έχουν λιγότερα, μικρότερα σταφύλια με κακό χρωματισμό και μικρές ράγες (Christensen και Peacock, 2000).

Όπως και στο N, η απαίτηση της νέας βλάστησης για K την άνοιξη υπερβαίνει την πρόσληψη των ριζών κατά την περίοδο από το φούσκωμα των οφθαλμών μέχρι την άνθιση. Η ανάγκη για K είναι περισσότερο σημαντική κατά το σχηματισμό των ραγών και την ωρίμανση και κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου το σταφύλι είναι αυτό που καταναλώνει το περισσότερο διαθέσιμο K (Mpelasoka et al., 2003). Αυτή η περίοδος αντιστοιχεί επίσης με την περίοδο που η ρίζα προσλαμβάνει το περισσότερο K. Η πρόσληψη του εδαφικού K από τις ρίζες αντιστοιχεί μόνο στο 50% ή λιγότερο του K που αφομοιώνεται στο σχηματισμό των σταφυλιών και το υπόλοιπο των αναγκών για την υποστήριξη της ανάπτυξης των καρπών απορροφάται από το αποθηκευμένο K στους βλαστούς και ρίζες του πρέμνου (Conradie, 1981, Williams και Biscay, 1987).

Δεδομένου ότι τα αναπτυσσόμενα σταφύλια είναι τα τμήματα του φυτού με την εντονότερη αφομοίωση K, ο χρόνος της εφαρμογής καλιούχων λιπασμάτων θα πρέπει να είναι νωρίς την Άνοιξη (μερικές εβδομάδες μετά το φούσκωμα των οφθαλμών) μέχρι τον περκασμό. Η απόδοση των λιπασμάτων K είναι καλύτερη όταν εφαρμόζονται με στάγδην άρδευση, καθώς απαιτούνται πολύ μικρότερα ποσά για να διορθώσουν τις ανεπάρκειες σε σχέση με τις κλιμακωτές εφαρμογές από εδάφους σε αρδευόμενους αμπελώνες. Η απόδοση της λίπανσης K με στάγδην άρδευση είναι υψηλή, διότι οι υψηλές συγκεντρώσεις K κάνουν το έδαφος κορεσμένο στην περιοχή με το περισσότερο ριζικό σύστημα (Peacock, 1999). Προηγούμενες εργασίες έχουν δείξει ότι εφάπαξ εφαρμογή K με στάγδην άρδευση είναι τόσο αποτελεσματική όσο πολλαπλές εφαρμογές, με δεδομένο ότι δίνονται οι ίδιες ποσότητες (Christensen και Peacock, 1996). Ωστόσο, είναι συχνά πιο πρακτικό να εφαρμόζουμε το K σταδιακά μέσω της στάγδην άρδευσης, παρά εφάπαξ.

Προσθήκη καλίου στο έδαφος ευνοεί την αύξηση με την προϋπόθεση να υπάρχει επάρκεια αζώτου. Ο λόγος K/Mg θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 3-7 στις αναλύσεις φυλλοδιαγνωστικής, ενώ στην ανάλυση εδάφους 1,5/1 (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>). Η ξηρασία, το άζωτο και ο όγκος της παραγωγής είναι παράγοντες που επιτείνουν τα συμπτώματα έλλειψης καλίου. Τα αρχικά συμπτώματα έλλειψης καλίου στα φύλλα εμφανίζονται συνήθως τον Ιούλιο, όπου τα νέα φύλλα αποκτούν έλασμα μεγάλου πάχους, γίνονται γυαλιστερά και αναδιπλώνονται ελαφρώς. Αργότερα παρατηρείται περιφερειακός μεταχρωματισμός που καταλήγει πολλές φορές σε περιφερειακή ξήρανση (Νικολάου, 2001). Από το κάλιο του εδάφους μόνο μια μικρή ποσότητα (1-2%) είναι διαθέσιμη στα φυτά και

αναφέρεται ως εναλλακτικό κάλιο το οποίο συγκρατείται από τα ορυκτά της αργίλου και καταλαμβάνει ένα μέρος της C.E.C. Ένα μεγάλο μέρος του καλίου του εδάφους δεσμεύεται στα φύλλα της αργίλου και δεν μπορεί να αποδοθεί εύκολα στο εδαφικό διάλυμα. Αυτή η αδρανοποίηση του καλίου στα ορυκτά της αργίλου ευνοείται από την άνοδο του pH, το ασβέστιο ή την ξηρασία (Νικολάου, 2001).

Το Κ συμμετέχει επί πλέον και στη συσσώρευση και μεταφορά των υδατανθράκων στο φυτό. Η παρουσία του στους ιστούς σε υψηλά επίπεδα παρατηρείται κυρίως στα σημεία ταχείας αύξησης. Πρόκειται για ένα πολύ ευκίνητο στοιχείο, καθώς μέσα στο φυτό μεταφέρεται εύκολα από τους παλαιότερους ιστούς σε σημεία υψηλής μεταβολικής ενεργότητας. Το κάλιο αποτελεί παράγοντα ενεργοποίησης πολλών ενζύμων. Περισσότερα από πενήντα ένζυμα εξαρτώνται πλήρως ή ενεργοποιούνται από την παρουσία του καλίου (Gething, 1994). Επίσης η φωτοσύνθεση αυξάνεται σημαντικά με την αύξηση του επιπέδου του καλίου στα φύλλα (Καράταγλης, 1992).

Μια δειγματοληψία στα φύλλα κατά το στάδιο της άνθησης και μία κατά το στάδιο του περκασμού είναι ικανοποιητική για τη διαπίστωση της θρεπτικής κατάστασης του φυτού. Κατά το στάδιο της άνθησης η περιεκτικότητα του μίσχου σε Κ θα πρέπει να κυμαίνεται από 1,5-3%, ενώ η περιεκτικότητα του ελάσματος κατά το στάδιο του περκασμού δεν θα πρέπει να κατέρχεται κάτω από 0,8% σε ξηρά ουσία και των μίσχων κάτω από 1,5% (Νικολάου, 2001). Μια ποσότητα σε θειικό κάλιο γύρω στα 50 kg το στρέμμα θεωρείται υπό κανονικές συνθήκες ως κανονική λίπανση για εδάφη μέτριας περιεκτικότητας σε κάλιο για επιτραπέζιες ποικιλίες μεγάλων αποδόσεων. (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>).

Οι διορθωτικές εφαρμογές με Κ θα πρέπει να τοποθετούν το λίπασμα σε βάθος μέσα στο έδαφος, αλλά αυτό δεν είναι δυνατό στη σημερινή αμπελουργία, όπου εφαρμόζεται η μη αναμόχλευση του εδάφους. Εξαιτίας της διαφοράς μεταξύ των εδαφών, δεν υπάρχει κανένας απόλυτα ακριβής τρόπος για να κάνεις συστάσεις για λίπανση με K<sub>2</sub>O.

**1.7.3 Ρόλος του φωσφόρου (P):** Από το φωσφόρο που θα προστεθεί στο έδαφος ένα μικρό μέρος θα αξιοποιηθεί από τα φυτά. Το υπόλοιπο θα παραμείνει στο έδαφος και ανάλογα με τη μορφή του λιπάσματος θα έχει μικρότερη ή μεγαλύτερη υπολειμματική δράση τα επόμενα χρόνια. Έτσι ενώ τα υπερφωσφορικά είναι πιο αποτελεσματικά κατά το έτος εφαρμογής, το φωσφορικό ή μεταφωσφορικό διασβέστιο έχει καλύτερη υπολειμματική δράση. Έχει παρατηρηθεί ότι αυξημένες

λιπάνσεις με P δεν επηρεάζουν σημαντικά την περιεκτικότητα του στοιχείου αυτού στους μίσχους και τα ελάσματα των φύλλων. Πολλές φορές μπορεί να παρατηρηθεί και μειωμένη παραγωγή σταφυλιών σε περιπτώσεις υπερβολικών ποσοτήτων υπερφωσφορικών λιπασμάτων στο έδαφος, οφειλόμενη σε έμμεση υποβάθμιση των επιπέδων K. Υψηλές φωσφορικές λιπάνσεις στους αμπελώνες έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων του ασβεστίου και του μαγνησίου στους μίσχους και τα ελάσματα των φύλλων (Νικολάου, 2001).

Σημαντική επίσης είναι η συμβολή του P στη μεταφορά και συσσώρευση των υδατανθράκων, καθώς επίσης και τη σύνθεση τους. Εξάλλου ρυθμίζει και την ενεργότητα των ενζύμων της φωσφοροφρουκτοκινάσης και ADP-φωσφορυλάσης της γλυκόζης και επηρεάζει τον έλεγχο της συνθάσης του αμύλου και της κυτταρινάσης (Mills και Benton Jones 1996). Καθώς ο P συμμετέχει ενεργά στο μεταβολισμό των φυτών, η έλλειψη του αναστέλλει την ανάπτυξη τους.

Η λίπανση των αμπελώνων με P δεν επηρεάζει τις περισσότερες φορές τα επίπεδα του φύλλου σε N, αλλά μερικές φορές αυξάνει την περιεκτικότητα του στο γλεύκος. Η λίπανση με P προκαλεί αύξηση των επιπέδων του στοιχείου αυτού στους μίσχους, το έλασμα και το γλεύκος (Νικολάου, 2001). Στις κατηγορίες φωσφορικών λιπασμάτων ανήκουν τα: φωσφορικό οξύ, υπερφωσφορικό οξύ, ορθοφωσφορικά με ασβέστιο, φωσφορική αμμωνία, νιτροφωσφορικά, ενώ οι δύο μορφές τους είναι τα απλά φωσφορικά σε σκόνη τύπου 0-20-0 και τα υπερφωσφορικά σε κόκκους του τύπου 0-45/48-0.

**1.7.4 Ρόλος του μαγνησίου (Mg):** Το Mg είναι συστατικό της χλωροφύλλης και σχετίζεται άμεσα με την φωτοσύνθεση. Το Mg επηρεάζει τη δράση ορισμένων ενζύμων, ενώ ενεργοποιεί το ένζυμο αυτό κατά τις ελαφρές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης που λαμβάνουν χώρα στους χλωροπλάστες. Επί πλέον σταθεροποιεί τις φωσφορυλιωμένες ομάδες της ATP και ADP με τη βοήθεια ασθενών δεσμών και αρνητικών φορτίων (Mills & Benton Jones 1996). Το Mg θεωρείται ότι ενεργεί ως ενεργοποιητής των ενζύμων και αποτελεί συστατικό των ριβοσωμάτων. Δεδομένου ότι τα ριβοσώματα έχουν άμεση σχέση με την σύνθεση των πρωτεϊνών, το Mg σχετίζεται με τη διεργασία της πρωτεϊνοσύνθεσης. Επομένως, μείωση της περιεκτικότητας του Mg στο φυτό συνεπάγεται αναστολή της παραγωγής πρωτεϊνών.

Το Mg παίζει διπλό ρόλο στα αμπέλια. Αρχικά, είναι ένα απαραίτητο συστατικό για το μόριο της χλωροφύλλης και είναι ζωτικής σημασίας για τη φωτοσύνθεση. Το Mg επίσης, ενεργοποιεί ένζυμα που χρειάζονται για την ανάπτυξη



του φυτού (Mullins et al., 1992). Καθώς το Mg είναι συστατικό της χλωροφύλλης, τα συμπτώματα της έλλειψης του εμφανίζονται ως κρεμ-λευκές χλωρώσεις στα φύλλα. Το χλωρωτικό μοτίβο είναι αρκετά χαρακτηριστικό στην ανεπάρκεια Mg, όπου το ξεθώριασμα ξεκινά από το περιθώριο και προχωρά σαν μεσονεύρια χλώρωση. Το μοτίβο περιγράφεται γενικά ως «Χριστουγεννιάτικο δέντρο» όπου οι περιοχές γύρω από τα αγγεία παραμένουν πράσινες. Το Mg είναι ένα κινητό στοιχείο και εύκολα μετακινείται από τους παλαιότερους προς τους νεότερους ιστούς. Εξαιτίας αυτού, τα παλαιότερα φύλλα δείχνουν πρώτα τα συμπτώματα έλλειψης, συνήθως στα μέσα μετέλη του καλοκαιριού (Christensen και Peacock, 2000).

Ήπια συμπτώματα ανεπάρκειας Mg, όπου μερικά φύλλα της βάσης παρουσιάζουν συμπτώματα, παρατηρούνται συχνά σε αμπελώνες επιτραπέζιων σταφυλιών μέχρι τα τέλη καλοκαιριού και συχνά αγνοούνται. Αυτό γενικά δεν έχει αρνητικές επιδράσεις στην ανάπτυξη του αμπελώνα ή την απόδοση, επειδή τα φύλλα της βάσης σκιάζονται αρκετά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και η συμβολή τους στη φωτοσυνθετική ικανότητα του αμπελιού είναι αμελητέα. Ωστόσο, αν έχει επηρεαστεί 10-20% ή περισσότερο της κόμης, η διόρθωση είναι δικαιολογημένη, καθώς 20% μείωση στο λειτουργικό μέρος των φύλλων καθώς και στη φωτοσυνθετική ικανότητα, θα μπορούσε να προκαλέσει προβλήματα σχετικά με την παραγωγή υδατανθράκων, την ωρίμανση των φρούτων και τη συνολική ανάπτυξη του αμπελιού (Peacock, 1999).

Το Mg είναι εκχυλίσσιμο στο έδαφος και συχνά βρίσκεται στα βαθύτερα στρώματα παρά στο πάνω μέρος του εδαφικού προφίλ, όπου συμβαίνει το μεγαλύτερο μέρος της δραστηριότητας και της πρόσληψης στοιχείων από τις ρίζες. Εξαιτίας αυτού, τα νεαρά αμπέλια με επιφανειακό ριζικό σύστημα και αμπέλια που έχουν φυτευτεί πάνω σε παλιά, αρκετά πορώδη εδάφη είναι πιο ευαίσθητα σε ανεπάρκεια Mg (Christensen & Peacock, 2000). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σοβαρή και/ή χρόνια ανεπάρκεια Mg μπορεί να έχει προκληθεί από μια προϋπάρχουσα ακραία εδαφική κατάσταση ή από μια αλληλεπίδραση με άλλα θρεπτικά στα σημεία ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους. Η ανεπάρκεια Mg είναι πιο διαδεδομένη όπου τα εδάφη έχουν γίνει όξινα ( $\text{pH} \leq 5,5$ ) μετά από χρόνια επαναλαμβανόμενης χρήσης ουρίας και/ή αμμωνιακών λιπασμάτων. Αυτό μπορεί να διορθωθεί με εφαρμογή και ενσωμάτωση ασβέστη, εξουδετερώνοντας έτσι το οξύ, και Mg (Peacock, 1996). Ακόμη, το ασβέστιο, το K και το Mg αλληλεπιδρούν στα σημεία ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους και ανταγωνίζονται μεταξύ τους για

απορρόφηση από τα φυτά. Έχει παρατηρηθεί στους αμπελώνες με στάγδην άρδευση, ότι η εφαρμογή ασβεστίου ή K μέσω της στάγδην άρδευσης έχει μειώσει τα επίπεδα Mg στα αμπέλια (Peacock, 1996).

Η εποχιακή πρόσληψη του Mg μέσα στο αμπέλι ξεκινά στο φούσκωμα των οφθαλμών και από την περίοδο μεταξύ ανοίγματος των οφθαλμών και άνθισης, τα αποθέματα Mg (κυρίως των ριζών) συνεισφέρουν 18% από τις απαιτήσεις της νέας αύξησης της αμπέλου (Conradie, 2005). Τα φύλλα και οι βλαστοί περιέχουν το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού Mg της αμπέλου κατά τη διάρκεια της σεζόν. Η μεγαλύτερη ποσότητα του απορροφημένου Mg κατανέμεται στους βλαστούς και ρίζες της αμπέλου, το οποίο συμβαίνει περίπου 4 εβδομάδες μετά τη συγκομιδή. Συνολικά, το μοτίβο απορρόφησης Mg δείχνει μια σταθερή συσσώρευση για όλα τα μετρημένα όργανα της αμπέλου (κορμός, ρίζες, βλαστοί, φύλλα, τσαμπιά) από το φούσκωμα των οφθαλμών και μετά και η συσσώρευση σταματά ακριβώς πριν την έναρξη της πτώσης των φύλλων το φθινόπωρο (Conradie, 1981). Με δεδομένο ότι η πρόσληψη και η συσσώρευση αυξάνονται σταθερά από το φούσκωμα των οφθαλμών και μετά, και αν η λίπανση με Mg είναι δικαιολογημένη, οι εφαρμογές Mg μπορούν να δοθούν είτε μέσω στάγδην άρδευσης είτε μέσω διαφυλλικών ψεκασμών οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της Άνοιξης.

Όσον αφορά τα επίπεδα του στοιχείου αυτού στα φύλλα, ποσότητες όπως 0,3% σε ξηρή ουσία στους μίσχους στο στάδιο άνθισης, θα μπορούσαν να θεωρηθούν ότι είναι ακριβώς πάνω από τα όρια έλλειψης αρκεί και ο λόγος K/Mg να είναι πάνω από 10. Συχνή είναι η περίπτωση ανταγωνισμού στην πρόσληψη του Mg από το K στην άμπελο, ιδίως σε εδάφη φτωχά σε Mg. Η προσθήκη στο έδαφος μεγάλης ποσότητας K είναι δυνατόν να προκαλέσει τροφοπενία Mg. Έλλειψη Mg προκαλεί την φυσιολογική πάθηση ξήρανση του βοστρύχου στην σταφυλή.

**1.7.5 Ρόλος του ασβεστίου (Ca):** Το Ca παίζει το ρόλο της συνδετικής ουσίας μεταξύ των κυτταρικών τοιχωμάτων. Λαμβάνει μέρος στην επιμήκυνση των κυττάρων και των βλαστών καθώς και των αναπτυσσόμενων κορυφών και ριζών. Επίσης ενεργοποιεί ευθέως ορισμένα μιτοχόνδρια που συμμετέχουν στη διάσπαση του αμύλου που περιέχεται στους χλωροπλάστες. Επίσης το Ca συμβάλλει στην αύξηση των γυρεόκοκκων και του γυρεοσωλήνα και κατά συνέπεια ενισχύει τη γονιμοποίηση των ανθέων. Το Ca συμμετέχει στη δημιουργία πηκτικικών ουσιών υπό τη μορφή πηκτινικού ασβεστίου (Mills & Benton Jones, 1996).

Η συμπλήρωση Ca δεν είναι σύνηθες πρόβλημα σε αμπελώνες. Η σωστή ασβέστωση κανονικά θα παρέχει επαρκές Ca. Όπου το Ca απαιτείται, και το pH του εδάφους είναι σωστό, οι διαδικασίες που ακολουθούν θα πρέπει να διορθώσουν το πρόβλημα. Όπου χρειάζεται ασβέστωση, συνιστάται εφαρμογή δολομιτικής ασβέστου και δεν θα απαιτούνταν λίπανση με Mg (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>)

**1.7.6 Ρόλος του σιδήρου (Fe) και χλώρωση σιδήρου:** Η χλώρωση Fe στην άμπελο οφείλεται σε σύμπλοκη διαταραχή του μεταβολισμού και πιο συγκεκριμένα σε διαταραχή της σχέσης του ενεργού μεταβολικά δισθενούς σιδήρου  $Fe^{2+}$  προς τον ανενεργό τρισθενή  $Fe^{3+}$  στο εσωτερικό του φυτού και όχι σε έλλειψη του σιδήρου στο έδαφος. Αποτελεί συστατικό διαφόρων ενζύμων όπως της κυττοχρωμικής οξειδάσης, της καταλάσης και της περοξειδάσης. Έτσι ο Fe λαμβάνει μέρος στις αντιδράσεις μετατροπής ενέργειας κατά τη φωτοσύνθεση και τη διαπνοή (Καράταγλης, 1992).

Όσον αφορά τα επίπεδα του Fe στα φύλλα, ποσότητες από 30 έως 100 ppm σε ξηρή ουσία στους μίσχους στο στάδιο άνθησης, είναι τα επιθυμητά όρια επάρκειας του συγκεκριμένου ανόργανου στοιχείου (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>).

Ακόμη ο Fe συμμετέχει έμμεσα στην παραγωγή χλωροφύλλης και στη σύνθεση των πρωτεϊνών. Δεδομένης της σχέσης του Fe με τη χλωροφύλλη, η μεσονεύρια χλώρωση είναι το κύριο σύμπτωμα της τροφοπενίας. Η χλώρωση Fe επάγεται σε ασβεστούχα και αλκαλικά εδάφη και ιδιαίτερα σε αυτά με κακή στράγγιση ή υπερβολική λίπανση με άζωτο. Το πρόβλημα της χλώρωσης Fe στην άμπελο εμφανίστηκε με τη χρησιμοποίηση των ανθεκτικών στη ριζόβια μορφή φυλλοξήρας υποκειμένων, λόγω του διαφορετικού βαθμού ανθεκτικότητας αυτών στη χλώρωση. Η άμπελος χρησιμοποιεί διάφορους μηχανισμούς αναγωγής του τρισθενούς Fe στο έδαφος, όπως μείωση του pH του εδαφικού διαλύματος γύρω από τα ριζίδια, έκκριση οργανικών οξέων και φαινολικών από τις ρίζες και αυξάνοντας την ενεργότητα της αναγωγής του τρισθενούς Fe στις ρίζες. Στην άμπελο το πρωταρχικό αίτιο για την εμφάνιση της χλώρωσης Fe είναι η παρουσία των όξινων ανθρακικών ιόντων σε αυξημένη συγκέντρωση στα ασβεστούχα εδάφη και στους μεσοκυττάριους χώρους του φωτοσυνθετικού παρεγχύματος των φύλλων των πρέμνων όταν καλλιεργούνται σε ασβεστούχα εδάφη.

Τα ευαίσθητα στη χλώρωση Fe υποκείμενα της αμπέλου έχουν πολύ μεγαλύτερη συσσώρευση Fe στα φύλλα σε σχέση με τα ανθεκτικά και αυτό είναι αποτέλεσμα της

προσπάθειας των πρέμνων να αναπληρώσουν την ποσότητα του Fe που απαιτείται, αντλώντας συνεχώς Fe από το έδαφος, χωρίς τελικά να μπορούν να το αξιοποιήσουν.

Πρωταρχικό ρόλο στη ριζική αντιμετώπιση του προβλήματος έχει η σωστή επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου για την εγκατάσταση αμπελώνα σε εδάφη που επάγουν θρεπτική διαταραχή, όπως ασβεστούχα εδάφη ή συνεκτικά εδάφη με κακή αποστράγγιση. Η επιλογή υποκειμένου θα πρέπει να γίνει βάσει των απαιτούμενων αναλύσεων του εδάφους και της ποικιλίας που πρόκειται να καλλιεργηθεί. Στην περίπτωση εγκατεστημένου αμπελώνα όπου εμφανίζονται συμπτώματα χλώρωσης, λόγω της χρησιμοποίησης μη ανθεκτικού υποκειμένου, η αντιμετώπιση συνίσταται στη βελτίωση της στράγγισης του εδάφους, στην προσθήκη οργανικής ουσίας και στην εφαρμογή Fe στο έδαφος ή διαφυλλικά. Σκευάσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι ο  $\text{FeSO}_4$  σε κρυσταλλική μορφή και οι χηλικές μορφές του Fe (EDTA, DTPA, EDDHA) με βραχυπρόθεσμη θετική επίδραση. Τελευταία έχει προταθεί η προσθήκη ορυκτού σιδηροπυρίτη στο έδαφος του αμπελώνα με αποτελεσματική αντιμετώπιση διάρκειας τουλάχιστον 3 ετών (Συμινής, 2012).

**1.7.7 Ρόλος του ψευδαργύρου:** Ο Zn είναι το πιο συνηθισμένα ανεπαρκές μικροστοιχείο στους αμπελώνες (Christensen, 2005). Ο Zn εμπλέκεται στη σύνθεση φυτικών ορμονών, του ινδολοξικού οξέος (IAA) και στο σχηματισμό των χλωροπλαστών και τη διαδικασία της επικονίασης (Mullins et al., 1992). Η ανεπάρκεια Zn στους αμπελώνες παρατηρείται σε αμμώδη εδάφη με μικρή περιεκτικότητα Zn και σε ασβεστούχα εδάφη, όπου το υψηλό pH μειώνει τη διαθεσιμότητα του Zn. Η ανεπάρκεια Zn στα αμπέλια, ανάλογα με τη σοβαρότητα, μπορεί να επηρεάσει και τα σταφύλια και το φύλλωμα. Τα συμπτώματα των σταφυλιών συμπεριλαμβάνουν μειωμένη καρπόδεση και το σχηματισμό shot berries. Σοβαρές ελλείψεις παρουσιάζονται με συμπτώματα στο φύλλωμα, όπου η ανάπτυξη των βλαστών είναι καχεκτική, με μικρά μεσογονάτια και πολλούς κοντούς πλευρικούς βλαστούς, με ασυνήθιστα μικρά φύλλα. Τα φύλλα πάνω στους κύριους βλαστούς επίσης εμφανίζονται καχεκτικά με πλατιά ιγμόρεια στους μίσχους και μεσονεύριες χλωρώσεις (Christensen και Peacock, 2000).

Οι περισσότερες ελλείψεις Zn διορθώνονται με διαφυλλικές εφαρμογές πριν την άνθιση με σκοπό να βελτιώσουν την καρπόδεση και το σχηματισμό των ραγών. Οι μελέτες με σκοπό τον καθορισμό του βέλτιστου χρόνου εφαρμογής Zn και των επιδράσεων στην καρπόδεση, το μέγεθος των ραγών, το βάρος των σταφυλιών και τα επίπεδα Zn των μίσχων, έδειξαν ότι η καλύτερη στιγμή είναι από 2 εβδομάδες πριν

την άνθιση μέχρι την πλήρη άνθιση (Christensen, 1980). Επιπλέον, οι φθινοπωρινοί ψεκασμοί δεν ήταν αποτελεσματικοί στη μείωση των συμπτωμάτων ανεπάρκειας Zn την επόμενη Άνοιξη (Christensen, 1980).

Γενικά το εύρος της άριστης επάρκειας του Zn στην άμπελο κυμαίνεται από 26-60 ppm της ξηράς ουσίας του μίσχου στο στάδιο της άνθισης. Τα συμπτώματα τροφοπενίας συνήθως εμφανίζονται όταν η περιεκτικότητα του Zn γίνει < 12 ppm. Μία συγκέντρωση των 15 ppm θεωρείται γενικά ως οριακή. Κατά τον Benton Jones (1998) μια διαφορά 1-2 ppm μπορεί να αποτελέσει τη διαφορά μεταξύ επάρκειας και ανεπάρκειας.

Όσον αφορά την κινητικότητα του Zn μέσα στο φυτό αυτή είναι μάλλον μικρή (Mengel και Kirkby, 1987) και είναι πολύ δυσκίνητο από τα παλιότερα φύλλα (Rinne και Langston, 1960). Η έλλειψη ψευδαργύρου προκαλεί μικροφυλλία, μείωση της καρπόδεσης και μικροραγία.

Ο Zn που εφαρμόζεται από το έδαφος δεν είναι πολύ πιθανό να είναι αποτελεσματικός, επειδή η κινητικότητα του είναι μικρή και σε αμπελώνες με χλοοτάπητα θα δεσμευθεί μια σημαντική ποσότητα από την εφαρμογή. Όπου πρέπει να γίνουν επιφανειακές εφαρμογές σε εγκατεστημένους αμπελώνες, να εφαρμόζεται σε μια ζώνη αρκετού πλάτους δίπλα από το φυτό, και απαιτεί ένα μεγάλο ποσό Zn της τάξης των 1,25 κιλά το στρέμμα για να έχει σημαντικό αποτέλεσμα. Δεδομένα δείχνουν ότι το απαιτούμενο ποσό Zn θα μπορούσε να υπερβεί τα 10 κιλά το στρέμμα. Καλύτερο θα ήταν να εφαρμοστεί διαφυλλικά ο Zn. Οι ψεκασμοί φυλλώματος με Zn θα πρέπει να εφαρμόζονται 2-3 εβδομάδες πριν την άνθιση, με όση το δυνατόν μεγαλύτερη διαβροχή της κάτω επιφάνειας των φύλλων. Όταν τα πρέμνα αναπτύσσονται σε πολύ αμμώδη εδάφη, οι επιφανειακές εφαρμογές από εδάφους μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικές (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>).

**1.7.8 Ρόλος του μαγγανίου (Mn):** Το μαγγάνιο λόγω των μεταβολών του σθένους του από  $Mn^{2+}$  σε  $Mn^{3+}$  παράγει ηλεκτρόνια και επομένως συμμετέχει σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στο φυτό. Ιδιαίτερα, όσον αφορά τη φωτοσύνθεση, παίζει βασικό ρόλο γιατί συμπράττει στην απελευθέρωση του  $O_2$  κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της. Το Mn συμμετέχει και ως ενεργοποιητής ενζύμων του κύκλου του Krebs, επίσης σχετίζεται και με τη γονιμοποίηση των ανθέων, δεδομένου ότι συμμετέχει στην αύξηση των γυρεοκόκκων και του γυρεοσωλήνα (Mills & Benton Jones, 1996).

Όσον αφορά τα επίπεδα του στοιχείου αυτού στα φύλλα, ποσότητες από 25 έως 60 ppm στην ξηρή ουσία των μίσχων στο στάδιο άνθησης, θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως τα επιθυμητά όρια επάρκειας του συγκεκριμένου ανόργανου στοιχείου (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>). Η τοξικότητα του Mn εξαρτάται όχι μόνο από την υψηλή συγκέντρωση, αλλά και από τη θερμοκρασία, η οποία όσο πιο υψηλή είναι, τόσο πιο τοξικό καθίσταται το Mn (Rufty et al., 1979). Η κίνηση του Mn μέσα στο φυτό επιτυγχάνεται υπό τη δισθενή μορφή ( $Mn^{2+}$ ) (Tiffin, 1972) και μεταφέρατε κατά προτίμηση στους μεριστωματικούς ιστούς, γι' αυτό οι νεαροί ιστοί είναι πλούσιοι σε Mn (Amberger, 1973).

Ως προς τα συμπτώματα τροφοπενίας του Mn, αυτά μοιάζουν με εκείνα του Mg. Ο διαχωρισμός τους όμως γίνεται από το ότι του μεν Mn τα συμπτώματα έλλειψης λόγω της μικρής κινητικότητας του εντός του φυτού, εμφανίζονται στα νεαρά φύλλα, ενώ του Mg λόγω της ευκινησίας του στο φυτό, η τροφοπενία παρουσιάζεται στα μεγαλύτερα φύλλα. Οι χλωροπλάστες είναι τα πιο ευαίσθητα όργανα του κυττάρου στην έλλειψη του Mn, για αυτό υφίστανται τις μεγαλύτερες συνέπειες της έλλειψης του (Mengel & Kirkby, 1987).

**1.7.9 Ρόλος του βορίου (B):** Το B είναι απαραίτητο για τη σύνθεση αζωτούχων βάσεων και ειδικότερα της ουρακίλης του RNA. Έτσι, το B συμμετέχει στη σύνθεση των πρωτεϊνών μέσω του RNA. Το B συμβάλλει στη διαίρεση, διαφοροποίηση, ωρίμανση, αναπνοή και στην αύξηση των κυττάρων. Έχει βρεθεί ότι η περιεκτικότητα του B στους ανθήρες, το στίγμα και στην ωοθήκη είναι σχεδόν διπλάσια εκείνης των στελεχών (Syworotkin, 1958).

Το βόριο συμμετέχει στην αύξηση του γυρεοσωλήνα και στη μεταφορά των σακχάρων στα κύτταρα, είναι δε φυτοτοξικό σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Τα συμπτώματα περίσσειας στα φύλλα περιλαμβάνουν κηλίδωση και κύρτωση των ώριμων φύλλων προς τα κάτω. Τα οπτικά συμπτώματα τοξικότητας σχετίζονται με τα επίπεδα του B των φύλλων >200-300 ppm (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>). Η έλλειψη βορίου εμφανίζεται στα νεότερα φύλλα με χλώρωση, παραμόρφωση και ασύμμετρη ανάπτυξη αυτών. Στους βλαστούς εμφανίζεται βραχυγονάτωση, μειωμένη ανάπτυξη και έκπτυξη ταχυφυών. Στις ανθοταξίες παρατηρείται μειωμένη καρπόδεση, ενώ τα σταφύλια παρουσιάζουν ανισοραγία και αραιοραγία.

Το βόριο προσλαμβάνεται από τα φυτά ως βορικό οξύ. Όσον αφορά στο βαθμό της κινητικότητας του B στο φυτό, γενικά είναι δυσκίνητο στοιχείο (Wilkison,

1957). Η σχέση του B με το Ca είναι συνεργηστική. Παρουσία υψηλών επιπέδων Ca στο φυτό αυξάνουν τις απαιτήσεις του για B.

Το B στο έδαφος δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα επίπεδα του 1,5 ppm ούτε να κατεβαίνει κάτω από 0,5 ppm. Τα όρια επάρκειας στα φύλλα της αμπέλου στο στάδιο την άνθησης κυμαίνονται μεταξύ 30-70 ppm ξηράς ουσίας (Jamison Road. Fertilizing grapes. <http://spectrumanalytic.com/>). Σε πειράματα που διεξήχθησαν στην ανατολική πλευρά της κεντρικής Καλιφόρνιας όπου παρουσιάζεται συχνά ανεπάρκεια B σε επιτραπέζια σταφύλια, η εφαρμογή του μέσω υδρολίπανσης ετησίως με δοσολογία της τάξεως 40 γραμ το στρέμμα ανέβασε τα επίπεδα των φυτικών ιστών στην επάρκεια μέσα σε 2 χρόνια. Αξίζει να σημειωθεί ότι όλες οι εφαρμογές B που έγιναν για μείωση των τροφοπενιών αύξησαν το B στα ελάσματα περισσότερο από ότι στους μίσχους, δείχνοντας ότι θα πρέπει να λαμβάνεται δείγμα από τα ελάσματα όταν παρακολουθούμε τον αμπελώνα σε σχέση με την κατάσταση της συγκέντρωσης του B μετά τη λίπανση. Επίσης λόγω της αυξημένης καρπόδεσης που θα προκύψει λόγω της αύξησης του B θα πρέπει να επαναξεταστεί η συγκέντρωση της γιβερρελλίνης στο ψεκαστικό διάλυμα που θα χρησιμοποιηθεί κατά την περίοδο της άνθισης για το χημικό αραίωμα της κάθε επιτραπέζιας ποικιλίας (Peacock, 2005).

**1.7.10 Ρόλος του μολυβδαινίου (Mo):** Το μολυβδαίνιο αποτελεί συστατικό κυρίως δυο ενζυμικών συστημάτων της νιτρογενάσης (Mengel και Kirkby, 1987) και της νιτρικής ρεδοκτάσης (Beevers και Hageman, 1983). Η πρόσληψη του Mo επηρεάζεται από το βαθμό της παρουσίας του  $\text{NH}_4^+$  και  $\text{NO}_3^-$ . Η πρόσληψη του Mo ανά μονάδα ξηρής ουσίας είναι μεγαλύτερη παρουσία της νιτρικής μορφής παρά της αμμωνιακής (Beevers και Hageman, 1983).

Λόγω της συμμετοχής του Mo στο μεταβολισμό του N, τα συμπτώματα τροφοπενίας του μοιάζουν με τα αντίστοιχα του N. Το κοινό σύμπτωμα είναι εκείνο της χλώρωσης. Η διαφορά δε μεταξύ των συμπτωμάτων των δύο αυτών θρεπτικών οφείλεται στη θέση ή περιοχή του φύλλου που εμφανίζονται. Έτσι, στην περίπτωση του N η χλώρωση είναι γενική και καλύπτει συνήθως όλη την επιφάνεια του ελάσματος, σε βαθμό που μεταβάλλεται με την οξύτητα της έλλειψης, ενώ στην περίπτωση του Mo εμφανίζεται περιφερειακά και σε οξείς περιπτώσεις μεταβάλλεται σε νέκρωση (Maynard, 1976).

**1.7.11 Ρόλος του χαλκού (Cu):** Ο χαλκός παίζει σπουδαίο ρόλο στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις λόγω της μεταβολής του σθένους του από  $\text{Cu}^{2+}$  σε  $\text{Cu}^{3+}$ . Στις περιπτώσεις τροφοπενίας του Cu παρατηρείται μείωση της παραγωγής της

πλαστοκυανίνης (πρωτεΐνη που περιέχει Cu και σχετίζεται με τη μεταφορά ηλεκτρονίων από το φωτοσύστημα II στο φωτοσύστημα I κατά τη φωτοσύνθεση) με συνέπεια την αναστολή της φωτοσύνθεσης. Η τροφοπενία του χαλκού είναι γενικά σπάνια κυρίως λόγω της εκτεταμένης χρήσης μυκητοκτόνων φαρμάκων που περιέχουν χαλκό ή και σε πολλές περιπτώσεις βορδιγάλειο πολτό. Η τροφοπενία Cu προκαλεί μειωμένη ζωηρότητα και παραγωγή.

**1.7.12 Ρόλος του χλωρίου (Cl):** Καθιερώθηκε ως θρεπτικό στοιχείο μόλις το 1954. Η συμβολή του στην αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού συνίσταται στα εξής: συμμετέχει στη διάσπαση του νερού κατά τη φωτοσύνθεση και ενισχύει την έκλυση του O<sub>2</sub>. Επίσης επιδρά στη λειτουργία των αποφρακτικών κυττάρων των στομάτων και επομένως επηρεάζει τη λειτουργία της διαπνοής, δηλαδή σχετίζεται με το υδατικό καθεστώς του φυτού. Το Cl είναι εξαιρετικά ευκίνητο μέσα στο φυτό, θεωρείται ως ο αντίθετος παράγοντας στη ροή του K και κατά συνέπεια είναι και ρυθμιστής της σπαργής (Mengel και Kirkby, 1987).



## 1.8 Ρυθμιστές της αύξησης και ανάπτυξης των φυτών

Ο πρώτος επιστήμονας που υπέθεσε την ύπαρξη εντός των φυτών ουσιών που πιθανό να ρυθμίζουν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών ήταν ο Charles Darwin. Χρησιμοποιώντας φυτάρια σιταριού απέδειξε ότι κάποια ουσία που παραγόταν από τη κορυφή και κατευθύνονταν προς το κέντρο προκαλούσε κάμψη του κολεόπτλου προς το φώς.

Το 1928 έγινε το πρώτο σημαντικό βήμα, με την απομόνωση της αυξίνης από τον F.W. Went, ενώ ταυτόχρονα ο ίδιος επινόησε και μέθοδο για τη ποσοτική μέτρηση της, οχτώ χρόνια αργότερα έγινε η πρώτη εφαρμογή συνθετικής αυξίνης για τροποποίηση του μοντέλου αύξησης και ανάπτυξης των φυτών. Τέσσερα χρόνια αργότερα χρησιμοποιούνται οι συνθετικές αυξίνες 2,4-διχλωροφαινοξυοξικό οξύ (2,4D) και 2-μεθυλο-4-χλωροφαινοξυοξικό οξύ (MCPA).

Η έρευνα γύρω από τις φυτορρυθμιστικές ουσίες συνεχίστηκε. Τη δεκαετία του '50 γίνεται η αναγνώριση των γιββερελλινών ως φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες. Ακολούθως τη δεκαετία του 60 αναγνωρίζονται οι κυτοκινίνες, το αιθυλένιο και το αμπισικό οξύ. Από το 1960 έχει βρεθεί και μια νέα ομάδα λιποειδών φυτοορμονών οι οποίες και ονομάστηκαν μπρασίνες και αναλύθηκαν τα τελευταία χρόνια (Βογιατζής, 2003).

Η επιβεβαίωση της ύπαρξης στα φυτά ουσιών αναλόγων των ορμονών του ανθρώπου και των άλλων ζώων αποτέλεσε κίνητρο στην εμπορική χρησιμοποίησή τους στη γεωργία για αύξηση της παραγωγής. Αρχικά οι ουσίες αυτές ονομάστηκαν **Φυτομόνες** (phytohormones), και στη συνέχεια, για να μην υπάρχουν παρερμηνείες ως προς τον πραγματικό τους ρόλο και τις δυνατότητες τους, πήραν το όνομα **Φυτορρυθμιστικές ουσίες** (plant growth regulators) (Πασπάτης, 1998).

Η πρόοδος στον τομέα των φυτορρυθμιστικών ουσιών ήταν αργή σε σχέση με τους τομείς των φυτοφαρμάκων (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα) λόγω του ότι η ανάπτυξη και η χρησιμοποίηση των φυτορρυθμιστικών ουσιών απαιτεί άρτια γνώση της φυσιολογίας των φυτών και ιδιαίτερα των ενδογενών συστημάτων, τα οποία ρυθμίζουν την αύξηση και την ανάπτυξή τους. Έτσι κρίνεται απαραίτητη η εντονότερη έρευνα γύρω από τις φυτορρυθμιστικές ουσίες. Λόγω των ανωτέρω τα τελευταία χρόνια η χρήση των φυτορρυθμιστικών ουσιών επεκτείνεται όλο και περισσότερο τόσο για την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των

γεωργικών προϊόντων, όσο και για τη μείωση του κόστους παραγωγής, την παραγωγή προϊόντων εκτός εποχής και την ολική ή μερική υποκατάσταση δύσκολων καλλιεργητικών εργασιών και φροντίδων.

Τα περιθώρια αύξησης της παραγωγής πολλών γεωργικών προϊόντων στη χώρα μας είναι ευρύτερα αλλά πάντοτε πρέπει να γίνεται ορθολογική χρήση των φυτορρυθμιστικών ουσιών ώστε να μην υπάρξουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η επιλογή της κατάλληλης φυτορρυθμιστικής ουσίας και η εφαρμογή της στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας προκειμένου να επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα είναι δυνατό να γίνεται μόνο με την άρτια γνώση των δυνατοτήτων της σε συνδυασμό με τη γνώση των μηχανισμών δράσης της ουσίας στα φυτά καθώς και των μηχανισμών λειτουργίας των φυτών.

Η χρήση των φυτορρυθμιστικών ουσιών σήμερα επιφέρει αρκετά υψηλό κέρδος στους παραγωγούς. Η χρήση του GA3 για αύξηση της παραγωγής και βελτίωση της ποιότητας στα επιτραπέζια σταφύλια άμεσης κατανάλωσης, ως καρποδετικό στις κλημεντίνες, η χρησιμοποίηση των συνθετικών αυξινών για την αύξηση της ριζοβολίας των μοσχευμάτων και τη βελτίωση της καρπόδεσης σε καλλιέργειες λαχανικών το χειμώνα καθώς και η χρησιμοποίηση των επιβραδυντών αύξησης για την πρόληψη του πλαγιάσματος στα σιτηρά καθώς και της ρύθμισης της ζωηρότητας και του ύψους είναι μερικές από τις πιο συχνές χρήσεις αυτών. Η χρήση των φυτορρυθμιστικών ουσιών για την αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών σε ολόκληρο τον κόσμο παραμένει στόχος της γεωργικής έρευνας (Πασπάτης, 1998).

Στην ομάδα των ρυθμιστών της αύξησης ανήκουν οι αυξίνες, οι γιββερελλίνες, οι κυτοκινίνες, το αιθυλένιο, το αμπισικό οξύ (ABA) και οι αναστολείς ανάπτυξης, και τελευταία τα μπρασσινοστεροειδή, το ιασμονικό οξύ, το σαλικυλικό οξύ, καθώς και τα παράγωγα τους. Από πολλούς ερευνητές οι πολυαμίνες εντάσσονται επίσης στην ομάδα των φυτορρυθμιστών.

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες όπως φαίνεται παρακάτω:

**Φυσικές:** ονομάζονται εκείνες οι ουσίες που παράγονται σε ορισμένα μέρη του φυτού και μπορούν να μετακινούνται σε άλλα σημεία του φυτού προκαλώντας ειδικές βιοχημικές, φυσιολογικές ή μορφολογικές επιδράσεις, δρώντας έτσι στους ιστούς στους οποίους παράγονται όσο και σε απόσταση από αυτούς (Davies, 1988).

**Συνθετικές:** είναι οι ουσίες που παράγονται τεχνητά και μπορεί να μοιάζουν χημικά με τις φυσικές. Οι ουσίες αυτές δρουν κατά τον ίδιο τρόπο με τις φυσικές όταν

εφαρμοσθούν με τον κατάλληλο τρόπο και στον κατάλληλο χρόνο (Πασπάτης, 1998). Οι συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες υπερτερούν των φυσικών καθώς είναι πιο σταθερές και επομένως πιο αποτελεσματικές. Έτσι με εφαρμογή χαμηλότερων δόσεων αλλά και λιγότερων επεμβάσεων είναι δυνατό να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα.

Σύμφωνα με έναν άλλο τρόπο ταξινόμησης των φυτορρυθμιστικών ουσιών βάσει της φυσιολογικής τους δράσης, τη χημική τους δομή ή και των δύο, υπάρχουν οι εξής ομάδες: αυξίνες, γιββερελλίνες, κυτοκινίνες, αμπισικό οξύ, αιθυλένιο, φυτόχρωμα, μπρασσινοστεροειδή, πολυαμίνες μορφακτίνες, επιβραδυντές αύξησης, παρεμποδιστές κυτταρικής διαίρεσης, γαμετοκτόνα, καταστροφείς των κορυφών των βλαστών, αποφυλλωτικά, αποξηραντικά, αντίδοτα ζιζανιοκτόνων, και αντιδιαπνευστικά (Πασπάτης, 1998).

Οι φυτοορμόνες παρουσιάζουν μια σημαντική διαφορά από τις ορμόνες των ζωικών οργανισμών. Οι ζωικές ορμόνες έχουν συγκεκριμένους στόχους αλλά και ξεκάθαρους φυσιολογικούς ή αναπτυξιακούς ρόλους, οι φυτοορμόνες προκαλούν διαφορετικές αντιδράσεις ανάλογα με τον ιστό ή το όργανο που δέχεται την επίδραση τους. Με την απόκτηση όλο και περισσότερων πληροφοριών για τις ποικίλες δράσεις των φυτικών ορμονών ενισχύεται η ιδέα ότι κάθε φυτοορμόνη έχει τελικά κάποια επίδραση σε όλες τις αναπτυξιακές διεργασίες.

Αναμφίβολα ορισμένες ορμόνες πρέπει να είναι παρούσες για μια συγκεκριμένη λειτουργία, ωστόσο ρόλο παίζει η παρουσία τους σε σχέση με τους άλλους ρυθμιστές και όχι η απλή παρουσία τους σε κάποιον ιστό. Επομένως σημαντικό είναι το ισοζύγιο των διαφόρων ορμονών και όχι οι απόλυτες συγκεντρώσεις της καθεμιάς ξεχωριστά.

Όλη η προσπάθεια για την ανακάλυψη του τρόπου δράσης των φυτοορμονών έχει συνδεθεί με την πρωτεινوسύνθεση, την ενζυμική ενεργοποίηση καθώς και τη διαπερατότητα των μεμβρανών, διότι εφόσον οι ορμόνες είναι λειτουργικές σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, η δράση τους πρέπει να ενισχύεται σε σημαντικό βαθμό, κάτι το οποίο είναι δυνατό να συμβαίνει μόνο με τις παραπάνω διαδικασίες.

Η στερεοδομή των φυτοορμονών είναι το αναγκαίο χαρακτηριστικό για τη δήλωση της παρουσίας τους στο φυτό. Η αναγνώριση λοιπόν μιας ορμόνης δε μπορεί παρά να οφείλεται στην παρουσία ειδικών ορμονικών υποδοχέων στο φυτό, οι ορμονικοί αυτοί υποδοχείς πιθανόν να είναι μεμβρανικές πρωτεΐνες .

Οι φυτικές αντιδράσεις που οφείλονται σε ορμονικές δράσεις εκδηλώνονται συνήθως μετά από σχετικά μεγάλα χρονικά διαστήματα, ακόμα και ημερών. Υπάρχουν όμως και ορμονικές δράσεις που εκδηλώνονται ταχύτατα, μέσα σε μερικά λεπτά ή και δευτερόλεπτα. Όλες σχεδόν οι δράσεις αυτές σχετίζονται με μεταβολές στη διαπερατότητα των μεμβρανών πράγμα που υποδηλώνει πως μια από τις πιθανές πρωταρχικές ορμονικές δράσεις είναι κάποια μεταβολή των μεμβρανικών ιδιοτήτων. Οι ταχείες δράσεις πιθανόν να μην σχετίζονται με τις αργές που είναι φανερό πως έχουν να κάνουν με νουκλεϊκά οξέα και ενεργοποίηση της πρωτεϊνοσύνθεσης (Πασπάτης, 1998).

### 1.8.1 Ρυθμιστές της αύξησης στο αμπέλι

Οι ράγες των σταφυλιών ακολουθούν διπλή σιγμοειδή καμπύλη ανάπτυξης η οποία μπορεί να διαχωριστεί σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται η απότομη αύξηση λόγω κυτταρικής διαίρεσης και επιμήκυνσης. Το δεύτερο στάδιο χαρακτηρίζεται από μια φάση αναμονής κατά την οποία συμβαίνει μικρή μεγέθυνση των ραγών. Στο τρίτο στάδιο γίνεται η κυτταρική επιμήκυνση και χαρακτηρίζεται από μια μαζική συσσώρευση σακχάρων και μείωσης της οξύτητας. Η ρύθμιση της ανάπτυξης των ραγών ελέγχεται από ενδογενείς φυτορρυθμιστικές ουσίες (Perez, 2000).



Εικόνα 2.3 Επίσκεψη της εταιρείας Valent BioSciences, USA τον Σεπτέμβριο του 2013 αμέσως μετά την πιλοτική εφαρμογή του αμπισιτικού οξέος στο στάδιο του περκασμού.

Ο Coombe (1960) ήταν ο πρώτος ο οποίος ανέφερε την ύπαρξη αυτών των ουσιών στις ράγες των σταφυλιών, υποθέτοντας ότι οι γιββερελλίνες πιθανόν να εμπλέκονται στη ρύθμιση της ανάπτυξης των ραγών κατά την πρώτη φάση ανάπτυξης της ράγας, και ότι το χαμηλό επίπεδο των ενδογενών γιββερελλινών που υπάρχουν στις ράγες πιθανό να είναι σημαντικός παράγοντας μειωμένης ανάπτυξης των αγίγαρων σταφυλιών (Coombe, 1960).

Από το 1963 κυκλοφορεί ως φυτορρυθμιστική ουσία μια υδατοδιαλυτή χημική ουσία που απελευθερώνει αργά αιθυλένιο, το etherphon (2-chloroethylphosphonic acid). Η ουσία αυτή χρησιμοποιείται σήμερα ευρύτατα σε πάρα πολλές καλλιέργειες για τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων καρπών, την προώθηση της παραγωγής, καθώς και σαν επιβραδυντής αύξησης σε συνδυασμό με άλλες φυτορρυθμιστικές ουσίες.

Ο συγκεκριμένος ρυθμιστής αύξησης προκαλεί την ελευθέρωση του αιθυλενίου, το οποίο αποτελεί φυσικό παράγοντα ωρίμανσης. Η πρόωρη ελευθέρωση αιθυλενίου έχει θετικό αποτέλεσμα στην συγκεκριμένη περίπτωση στο χρωματισμό των ραγών των ερυθρών ποικιλιών ή την αύξηση των σακχάρων στην ποικιλία Thomson seedless. Στις ερυθρές ποικιλίες συντελεί, ώστε ο χρωματισμός να είναι πιο ομοιόμορφος με αποτέλεσμα την επίτευξη καλύτερων τιμών στην αγορά. Ακόμη σε ποικιλίες οι οποίες ο χρωματισμός τους επιτυγχάνεται με σχετική ευκολία αποφεύγεται το ξεφύλλισμα που γίνεται για την καλύτερη διείσδυση του ηλιακού φωτός κατά την ωρίμανση των σταφυλιών που απαιτεί επιπλέον δαπάνες. Στην περίπτωση των πειραματικών που πραγματοποιήθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής στην ποικιλία Crimson seedless το ξεφύλλισμα θεωρήθηκε απαραίτητη καλλιεργητική τεχνική λόγω της δυσκολίας που παρουσιάζει στον χρωματισμό η συγκεκριμένη ποικιλία στις συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Γενικά, η εφαρμογή etherphon μπορεί να προκαλέσει προωμότερη ωρίμανση κατά 7-10 ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία, τη δόση εφαρμογής και το εδαφοκλιματικό περιβάλλον που επικρατεί (Νικολάου, 2008).

Γενικά, η ορμονική δράση του αιθυλενίου στην υποκίνηση, επιτάχυνση και με οποιονδήποτε τρόπο επίδραση στην ωρίμανση και τη γήρανση των καρπών, μπορεί να συνδεθεί με αλληλεπιδράσεις με τις αυξίνες, τις γιββερελλίνες, τις κυτοκινίνες και το ABA. Οι μηχανισμοί που παίρνουν μέρος σε αυτούς τους συσχετισμούς είναι αρκετά ασαφείς και υπάρχουν αποδείξεις που δείχνουν ότι υπάρχει ένας γενικός

ανταγωνισμός μεταξύ αιθυλενίου και ABA αφ' ενός, και αυξινών, γιββερελλινών και κυτοκινινών αφ' ετέρου (Lieberman, 1979).

Στην Καλιφόρνια αλλά και σε διάφορες μεσογειακές περιοχές, τα περισσότερα επιτραπέζια σταφύλια *Crimson Seedless* (*Vitis vinifera* L.) αναπτύσσονται σε περιβάλλον με θερμό κλίμα. Τα σταφύλια αποτυγχάνουν να επιτύχουν το επιθυμητό επίπεδο κόκκινου χρώματος, εν μέρει λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναστέλλουν τη συγκέντρωση των ανθοκυανών (Sprayd et al., 2002). Οι εφαρμογές των ρυθμιστών ανάπτυξης, κυρίως του γιββεργονικού οξέος (GA3) αλλά και του forchlorfenuron (CPPU) που μπορεί να χρειάζονται για να αυξήσουν το μέγεθος των φρούτων, μπορούν να εμποδίσουν περαιτέρω το χρωματισμό. Η προσεκτική διαχείριση της κόμης και του αμπελώνα, και η επέμβαση με ethephon βελτιστοποιούν το χρώμα των σταφυλιών *Crimson Seedless* (Dokoozlian et al., 1994), αλλά ακόμα και τα σταφύλια που υποβάλλονται σε αυτές τις ιδανικές καλλιεργητικές πρακτικές μπορούν να παραμείνουν φτωχά χρωματισμένα, ειδικά όταν αναπτύσσονται σε περιοχές ή εποχές με αρκετά υψηλές θερμοκρασίες (Kliewer, 1970, Dokoozlian et al., 1994, Sprayd et al., 2002). Στα σταφύλια, η συσσώρευση των ανθοκυανών ξεκινά στον περκασμό, στην έναρξη της ωρίμανσης. Αυτή η συσσώρευση φαίνεται να ρυθμίζεται, τουλάχιστον εν μέρει, από τη φυτική ορμόνη ABA (Kataoka et al., 1982, Hiratsuka et al., 2001, Ban et al., 2003) και εξωγενείς εφαρμογές με ABA αύξησαν το περιεχόμενο της φλούδας των σταφυλιών σε ανθοκυάνες (Peppi et al., 2006, 2007). Γενικά τα σταφύλια που έχουν υψηλό ποσοστό ανθοκυανών στη φλούδα τους, εμφανίζουν σκουρότερο χρώμα και πιο κοκκινωπό, από τα σταφύλια με χαμηλή περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες, αλλά οι σχέσεις μεταξύ των χρωστικών ουσιών και των χαρακτηριστικών του χρώματος των φρούτων δεν



Εικόνα 2.4 Αριστερά συσσώρευση ανθοκυανών στην ράγα μετά από εφαρμογή αμπισισικού οξέος και δεξιά συσσώρευση ανθοκυανών στη ράγα μετά από εφαρμογή ethephon. Παρατηρούμε ότι στη δεύτερη περίπτωση η αλλαγή χρώματος ξεκινά από τον ποδίσκο.

είναι γραμμικές έτσι ώστε σχετικά μεγάλες διαφορές σε κάποιες χρωστικές μπορεί να έχουν μικρή επίδραση στο χρώμα των φρούτων (Peppi et al., 2006, 2007). Ακόμα κι έτσι, η επέμβαση με ABA βελτίωσε το χρώμα άλλων ποικιλιών όπως των Flame Seedless (Peppi et al., 2006) και των σταφυλιών Redglobe (Peppi et al., 2007).

Ιστορικά, το κόστος για την παραγωγή ABA ήταν πολύ υψηλό για να δικαιολογεί τη χρήση του ως αγροχημικό, αλλά πρόσφατα οι μέθοδοι παραγωγής ABA έχουν βελτιωθεί επαρκώς για να επαναθεωρηθεί η δυνητική του χρήση στην αμπελουργία. Επιπλέον, το ABA έχει αποδείξει ότι είναι πιο αποτελεσματικό από το ethephon στη βελτίωση του χρώματος των Crimson Seedless, αλλά οι πιο αποτελεσματικές επεμβάσεις μερικές φορές προκάλεσαν μαλάκωμα των ραγών (Peppi et al., 2007), μια ανεπιθύμητη κατάσταση για τα νωπά σταφύλια, η οποία μπορεί να επιταχύνει το γηρασμό κατά τη συντήρησή τους μετά τη συγκομιδή (Crisosto και Mitchell, 2000). Η επιδείνωση της ποιότητας στα σταφύλια σχετίζεται περαιτέρω με την απώλεια βάρους, γήρανση του βοστρύχου ή νέκρωση, αποκόλληση των ραγών, μαλάκωμα των ραγών, ανεπιθύμητες αλλαγές χρώματος στις ράγες ή στη ράχη και ανάπτυξη σήψεων από μύκητες (Carvajal-Millan et al., 2001, Crisosto et al., 2002). Η σοβαρότητα αυτών των αλλαγών στην ποιότητα ποικίλουν ανάλογα με την ποικιλία και με τις πρακτικές στον αμπελώνα καθώς και με τις συνθήκες συντήρησης μετά τη συγκομιδή (Carvajal-Millan et al., 2001, Crisosto et al., 2002). Έτσι, η μετασυλλεκτική ποιότητα των σταφυλιών τα οποία έχουν υποστεί επέμβαση με ABA θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν πριν γίνει η καθολική εφαρμογή ολόκληρου του επιτραπέζιου αμπελώνα.

### **1.8.2 Επιβραδυντές αύξησης**

Οι επιβραδυντές αύξησης (growth retardants) είναι μια μεγάλη ομάδα συνθετικών φυτορρυθμιστικών ουσιών (Πασπάτης, 1998). Η εφαρμογή των επιβραδυντών αύξησης στα φυτά προκαλεί επιβράδυνση του ρυθμού της επιμήκυνσης των βλαστών, μειώνει το τελικό τους μήκος λόγω μείωσης του μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων, επιτείνει την ένταση του πράσινου χρώματος των φύλλων και έμμεσα επηρεάζει την άνθηση και καρποφορία λόγω περιορισμού της βλαστικής ανάπτυξης, χωρίς όμως να προκαλεί μορφολογικές παραμορφώσεις στα φυτά (Cathey, 1964).

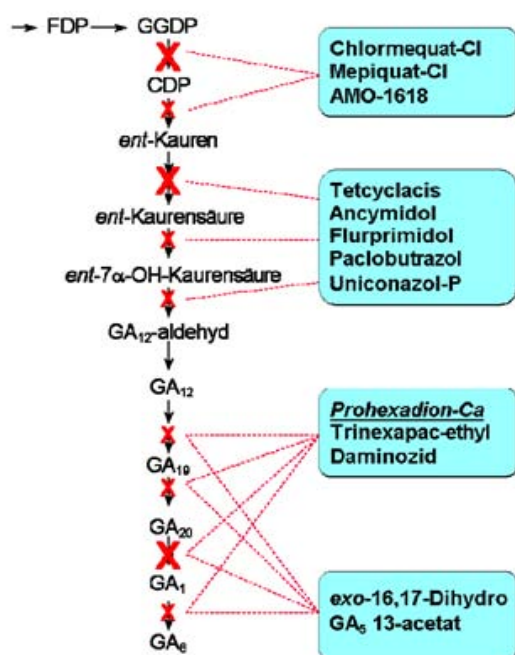
Γενικά, ο όρος «επιβραδυντής αύξησης» χρησιμοποιείται για όλες τις χημικές ουσίες που επιβραδύνουν την κυτταρική διαίρεση και επιμήκυνση στους ιστούς των βλαστών των φυτών, ρυθμίζοντας έτσι φυσιολογικά το ύψος των φυτών, χωρίς να έχουν άλλη επίδραση στη μορφολογία τους. Η εφαρμογή στα φυτά επιβραδυντών αύξησης σε κανονικές συγκεντρώσεις δεν προκαλεί νανισμό ή παρεμπόδιση της ανάπτυξης. Ο ρυθμός της ανάπτυξης και η ζωηρότητα των φυτών διατηρούνται σε κανονικά επίπεδα.

Η πρώτη ομάδα επιβραδυντών αύξησης ανακαλύφθηκε το 1949 από το Mitchell και τους συνεργάτες του και ήταν η ομάδα των νικοτινίων (nicotiniams) με κύριο αντιπρόσωπο το 2,4-dichlorobenzyl nicotinium chloride (2,4-DNC). Λίγο αργότερα αναφέρθηκαν οι επιβραδυντικές για την αύξηση των φυτών ιδιότητες της ομάδας των τεταρτοταγών ενώσεων του καρβαμιδικού αμμωνίου (quaternary ammonium carbamates) και μία τέτοια ένωση ήταν το 1-piperidine carboxylate. Το 1955 αναφέρθηκε η δράση σαν επιβραδυντών αύξησης των ενώσεων της ομάδας των φωσφονίων (phosphoniums), από την οποία κυριότερος αντιπρόσωπος είναι το phosphon (2,4-dichlorobenzyl tributyl phosphonium chloride). Το 1960 αναφέρθηκε η δράση του 2-chloroethyl trimethyl ammonium chloride, που έγινε γνωστό και σαν χλωριούχος χλωροχολίνη (chlorocholine chloride, CCC). Σήμερα η ουσία αυτή αναφέρεται με το κοινό όνομα chlormequat chloride, και είναι αποτελεσματική για την επιβράδυνση της αύξησης σε μεγάλο αριθμό φυτών. Λίγα χρόνια αργότερα το N-dimethylamino succinic acid (daminozide, SADH) βρέθηκε να είναι αποτελεσματικό σαν επιβραδυντής της αύξησης και χρησιμοποιείται από τότε σε πολλά είδη φυτών. Τα τελευταία χρόνια σε χώρες του εξωτερικού μια σχετικά νέα φυτορρυθμιστική ουσία, το prohexadione-Ca, χρησιμοποιείται κυρίως για τον περιορισμό του μήκους της ετήσιας βλάστησης και την υποκίνηση των φυσικών μηχανισμών άμυνας κατά των προσβολών από παθογόνα όπως το *Erwinia amylovora* στη μηλιά και την αχλαδιά. Η ουσία αυτή χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη μας με στόχο τον περιορισμό της ανάπτυξης των πρέμων στο στάδιο του περκασμού και την αύξηση του μεγέθους των ραγών αλλά και την πρωίμιση ανάπτυξης χρώματος.

Σύμφωνα με τον Rademacher (2000) οι επιβραδυντές αύξησης ταξινομούνται σε (4) μεγάλες κατηγορίες οι οποίες είναι: η ομάδα των δομικών μιμητών του 2-oxoglutaric acid, η ομάδα των ενώσεων με ένα αζωτούχο ετεροκυκλικό δακτύλιο (N-containing heterocycle), οι "onium" ενώσεις και 16,17- dihydro-GAs. Κάθε μία από τις (4) αυτές κατηγορίες παρεμποδίζει το μεταβολισμό ή τη δράση της γιββερελλίνης

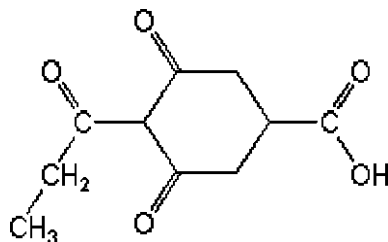


με ξεχωριστό τρόπο. Στην εικόνα 2.5 είναι εμφανής η αλληλεπίδραση των ομάδων με τους εκπρόσωπους αυτών στα διάφορα στάδια της βιοσύνθεσης της γιββερελλίνης. Όσον αφορά τη σχέση που υπάρχει μεταξύ της δραστηριότητας ενός επιβραδυντή αύξησης και της χημικής σύστασής του, υπάρχουν ενδείξεις ότι όσο λιγότερες χημικές ρίζες και χαμηλότερο μοριακό βάρος έχει μια ένωση που έχει επιβραδυντικές της αύξησης ιδιότητες τόσο πιο μεγάλη είναι η δραστηριότητά της (Πασπάτης, 1998).



Εικόνα 1.5 Στάδια της βιοσύνθεσης των γιββερελλινών και σημεία παρεμπόδισης της από τους κύριους επιβραδυντές αύξησης prohexadione-ca, daminozide, chlormequat chloride και paclobutrazol (Rademacher, 2000).

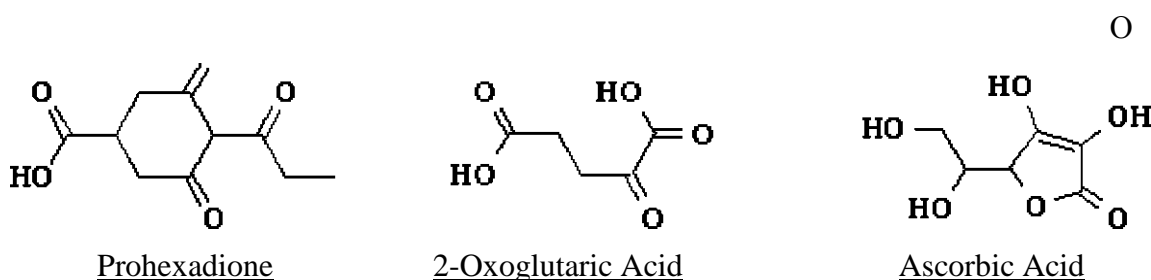
Το prohexadione-Ca είναι ρυθμιστής ανάπτυξης ο οποίος ανήκει στην ομάδα των δομικών μιμητών του 2-oxoglutaric acid. Το χημικό του όνομα κατά IUPAC (Διεθνής ένωση καθαρής και εφαρμοσμένης χημείας) είναι 3,5-dioxo-4-propionylcyclohexanecarboxylic acid. Ο εμπειρικός του τύπος είναι C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>5</sub>, το μοριακό του βάρος 212,22 και η χημική του δομή είναι:



Εικόνα 1.6. Απεικόνιση της χημικής δομής του επιβραδυντή αύξησης prohexadione-Ca

Το prohexadione-Ca είναι χλωμή καφεκίτρινη λεπτή σκόνη. Η διαλυτότητά του σε αποσταγμένο νερό είναι  $174 \text{ mg l}^{-1}$  στους  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , Επίσης ο βαθμός υδρόλυσής του αντιστοιχεί 4,4 σε 65 ημέρες (pH 5-7). Η διάρκεια ζωής του στο εργαστήριο και στο χωράφι είναι 1,4 σε 20 ημέρες.

Ο ρυθμιστής αυτός παρεμποδίζει την παραγωγή των υψηλής δραστηκότητας γιββερελλινών από τις μη δραστικές πρόδρομες ενώσεις κατά τη διαδικασία της βιοσύνθεσής τους στα φυτά. Συγκεκριμένα το prohexadione-ca παρεμποδίζει τη βιοσύνθεση της υψηλής δραστηκότητας γιββερελλίνης  $\text{GA}_1$  από τη μη δραστική  $\text{GA}_{20}$ , δρα δηλαδή στο κατώτερο τμήμα της βιοσυνθετικής διαδικασίας (Channey, 2003, Πασπάτης, 1998). Αυτό επιτυγχάνεται με την παρεμπόδιση ορισμένων σταδίων της διαδικασίας βιοσύνθεσης των γιββερελλινών (Gas) και ιδιαίτερα της 3-β-υδροξυλίωσης που καταλύεται από ένζυμα της κατηγορίας των διοξυγενασών (dioxygenases) τα οποία χρησιμοποιούν το 2-oxoglutaric acid σαν συν-υπόστρωμα (co-substrate). Η χημική ένωση με την ονομασία acylcyclohexanediones όπως το prohexadione-Ca, ανήκει στην κατηγορία εκείνη των επιβραδυντών αύξησης που είναι δομικές απομιμήσεις του 2-oxoglutaric acid (Εικόνα 2.7). Ειδικότερα, έχει αποδειχθεί ότι πολλά από τα στάδια της βιοσύνθεσης των γιββερελλινών, μετά από αυτό της  $\text{GA}_{12}$ -aldehyde, παρεμποδίζονται από τις acylcyclohexanediones λόγω του ανταγωνισμού των ενώσεων αυτών με το 2-oxoglutaric acid (Rademacher, 2000).



Εικόνα 1.7 Ομοιότητες στη δομή μεταξύ prohexadione-Ca, 2-oxoglutaric acid και ascorbic Acid (Rademacher, 2000)

Η εφαρμογή του επιβραδυντή αυτού στη μηλιά και την αχλαδιά, πέρα από τη ρύθμιση της υπέργειας ανάπτυξης, δημιουργεί έμμεσα και αντοχή στο βακτηριακό κάψιμο που προκαλείται από το βακτήριο *Erwinia amylovora*. Έχει βρεθεί ότι μετά από εφαρμογή prohexadione-Ca σε νεαρούς ιστούς βλαστών και καρπών μηλιάς παρατηρείται η ύπαρξη σε μεγάλες συγκεντρώσεις, σαν κύρια φλαβονοειδή στους εν λόγω ιστούς, flavan-3-ols (luteoliflavan, eriodyctiol). Αυτό οφείλεται στο ότι το

prohexadione-Ca παρεμποδίζει τη δράση του ενζύμου flavanone 3-hydroxylase (FHT) που παίζει σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των φλαβονοειδών και δημιουργείται ένα εναλλακτικό μονοπάτι. Η δημιουργία αυτού του εναλλακτικού μονοπατιού φαίνεται να είναι και η πιο πιθανή αιτία της πρόκλησης αντοχής στο βακτηριακό κάψιμο, που παρατηρείται σε μηλοειδή μετά από εφαρμογή prohexadione-Ca.

### **1.8.3 Αποτελέσματα της δράσης των επιβραδυντών αύξησης στα φυτά**

Οι επιβραδυντές αύξησης με τη δράση τους επηρεάζουν ορισμένες λειτουργίες του φυτού, οι κυριότερες από τις οποίες αναφέρονται παρακάτω (Πασπάτης, 1998):

Η επιβράδυνση της κυτταρικής διαίρεσης και της επιμήκυνσης των κυττάρων στη μεριστωματική ζώνη κάτω από την κορυφή του βλαστού προκαλείται από τους επιβραδυντές αύξησης. Όταν οι ουσίες αυτές εφαρμοστούν στα φυτά, η ανάπτυξη των φύλλων αρχικά καθυστερεί, ενώ παράλληλα παρατηρείται και μείωση της διαμέτρου των αγγείων του ξύλου στους βλαστούς σαν αποτέλεσμα της δράσεως των επιβραδυντών αύξησης. Τελικά τα φύλλα φθάνουν στο κανονικό σχεδόν μέγεθος, ενώ συγχρόνως αυξάνει το πάχος του ελάσματός τους. Η βράχυνση των βλαστών και ιδιαίτερα των μεσογονατίων διαστημάτων αυτών αποτελεί εμφανές αποτέλεσμα της δράσης των επιβραδυντών της αύξησης σαν συνέπεια της επιβράδυνσης της κυτταρικής διαίρεσης και επιμήκυνσης στην κάτω από την κορυφή μεριστωματική ζώνη, η οποία όμως στις περισσότερες περιπτώσεις δεν συνοδεύεται από την αύξηση της διαμέτρου τους.

Επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην:

- Ανάπτυξη των ριζών
- Σχηματισμό των ανθικών καταβολών
- Στο χρόνο άνθησης
- Στην αντοχή των φυτών στις διάφορες καταπονήσεις

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια έχει διαπιστωθεί ότι οι επιβραδυντές αύξησης επιδρούν ευνοϊκά στην αντοχή των φυτών στην ξηρασία, στο ψύχος, στις μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος αλλά και σε διάφορες άλλες καταπονήσεις. Όμως η αποτελεσματικότητα των επιβραδυντών αύξησης

εξαρτάται από το σωστό ή όχι τρόπο εφαρμογής τους γιατί με την μη ορθολογική χρήση τους προκαλείται ανεπιθύμητος νανισμός στα φυτά, ενώ όταν η εφαρμογή γίνεται από το έδαφος (ριζοποτίσματα, διαβροχή του εδάφους), πριν τα φυτά προφθάσουν να αναπτύξουν το ριζικό τους σύστημα, μπορεί να προκληθεί μεγάλη μείωση της ανάπτυξης των ριζών με δυσμενείς συνέπειες για ολόκληρο το φυτό (Πασπάτης, 1998).

## **1.9 Καλλιεργητικές τεχνικές στην άμπελο**

### **1.9.1 Βλαστολόγημα**

Είναι η αφαίρεση νεαρών βλαστών μετά την εκβλάστηση οι οποίοι εκπτύσσονται σε ακατάλληλες θέσεις και δεν είναι αναγκαίοι. Εφαρμόζεται και κατά τη διαμόρφωση των νεαρών φυτών όπου αφαιρούνται έγκαιρα βλαστοί οι οποίοι δεν χρησιμεύουν και έτσι και αλλιώς θα αφαιρεθούν κατά το χειμερινό κλάδεμα που ακολουθεί. Η αφαίρεση των βλαστών αυτών αυξάνει τη ζωνρότητα των άλλων που παραμένουν (Νικολάου, 2008).

### **1.9.2 Αραίωση ταξιανθιών**

Πραγματοποιείται αφαίρεση ενός αριθμού ταξιανθιών πριν ή και μετά την άνθηση με σκοπό τη βελτίωση της σχέσης φυλλικής επιφάνειας προς σταφύλια. Εάν διαπιστωθεί υπερπαραγωγή λόγω μεγάλου αριθμού ταξιανθιών, αφαίρεση ενός αριθμού ταξιανθιών είναι απαραίτητη για την ομαλή ωρίμανση και τη βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος. Οι καλύτερες τροφικές συνθήκες που εξασφαλίζονται στις ταξιανθίες που παραμένουν έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη των διαφόρων τμημάτων του άνθους και την καλύτερη γονιμοποίηση. Σε κάποιες επιτραπέζιες ποικιλίες που ανθορροούν αφαιρούνται μερικές ταξιανθίες πριν την ανθοφορία για να εξασφαλιστούν ευνοϊκές συνθήκες θρέψης στις υπόλοιπες με σκοπό τον σχηματισμό πυκνότερων σταφυλιών. Επίσης στις επιτραπέζιες ποικιλίες μετά το δέσιμο αφαιρούνται πολύ μικρές ή πολύ μεγάλες ταξιανθίες με σκοπό την παραγωγή ομοιόμορφων σταφυλιών και την ικανοποίηση των απαιτήσεων του καταναλωτή.

Θα πρέπει να σημειωθεί η υποχρεωτική αφαίρεση των ταξιανθιών την πρώτη και δεύτερη χρονιά της εγκατάστασης των φυτών στον αμπελώνα λόγω του ότι σε αυτή την ηλικία οποιοδήποτε φορτίο θεωρείται υπερβολικό για το φυτό και δρα

ανταγωνιστικά στην οικοδόμηση των μόνιμων τμημάτων του φυτού και κυρίως στην ομαλή εγκατάσταση του ριζικού συστήματος (Νικολάου, 2008).

### 1.9.3 Κορυφολόγημα

Αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες επεμβάσεις που γίνεται στον αμπελώνα κατά τη βλαστική περίοδο. Ευνοϊκή επίδραση στην παραγωγή ασκεί το ελαφρύ κορυφολόγημα που συνίσταται στην αφαίρεση της κορυφής των αναπτυσσόμενων κληματίδων και σε μήκος 5-15 cm. Ανάλογα με το χρόνο εφαρμογής ο σκοπός του κορυφολογήματος είναι και διαφορετικός.

Πραγματοποιώντας ένα ελαφρό κορυφολόγημα λίγο πριν την άνθηση επιτυγχάνεται ένα προσωρινό σταμάτημα της αύξησης των βλαστών, με αποτέλεσμα να διαμορφώνονται καλύτερες τροφικές συνθήκες για τις ταξιανθίες. Αυτό έχει θετικά αποτελέσματα στην καρπόδεση και τελικά στην αύξηση της παραγωγής σε ποικιλίες που έχουν την τάση να ανθορροούν. Ακόμη έχουν παρατηρηθεί ευνοϊκά αποτελέσματα σε ποικιλίες που δεν παρουσιάζουν το μειονέκτημα αυτό, αλλά οι συνθήκες του περιβάλλοντος είναι δυσμενείς για τη φωτοσύνθεση. Εάν τα φυτά της αμπέλου κορυφολογηθούν μεταξύ δεσίματος των ραγών και κλεισίματος των σταφυλών, τότε υπάρχει το ενδεχόμενο αύξησης του μεγέθους των ραγών. Αυτή είναι η περίοδος όπου αρχικά παρατηρείται έντονη κυτταροδιαίρεση, η οποία ακολουθείται από μια αύξηση του μεγέθους των κυττάρων.

Αργότερα με το κορυφολόγημα το οποίο γίνεται τον Ιούλιο αφαιρείται ένα μεγάλο μέρος των βλαστών. Αυτό συμβάλλει στην απομάκρυνση τμημάτων του βλαστού οι οποίοι είναι “πίπτοντες” και έτσι διευκολύνεται το πέρασμα των καλλιεργητικών μηχανημάτων από τις γραμμές. Επίσης συμβάλλει στην καλύτερη διατροφή των ραγών μετά το δέσιμο αλλά επίσης δέχονται σε όλη τους την επιφάνεια το ψεκαστικό διάλυμα πιο ομοιόμορφα κατά την εφαρμογή διαφόρων φυτοπροστατευτικών και ρυθμιστών αύξησης. Επίσης με το κορυφολόγημα τα σταφύλια εκτίθενται καλύτερα στον ήλιο. Βέβαια το πολύ αυστηρό κορυφολόγημα με το οποίο αφαιρούνται μεγάλα τμήματα βλαστών, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσυνθετικής επιφάνειας με ότι αυτό συνεπάγεται (Νικολάου, 2008).

Με το κορυφολόγημα επιδιώκεται:

- Η αύξηση μήκους της ταξιανθίας
- Η αύξηση του μεγέθους των ραγών

- Η καλύτερη και ταχεία ωρίμανση των σταφυλιών
- Η διευκόλυνση της εκτέλεσης των καλλιεργητικών εργασιών σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας
- Η προστασία των κληματίδων από μηχανικές βλάβες που προέρχονται από τους ανέμους και την κίνηση των μηχανημάτων (Ρούμπος, 1996).

#### **1.9.4 Ξεφύλλισμα**

Πραγματοποιείται αφαίρεση ενός αριθμού φύλλων από τη βάση των βλαστών με σκοπό την καλύτερη έκθεση των σταφυλιών στον ήλιο. Η αφαίρεση αυτή δεν θα πρέπει να γίνεται πολύ νωρίς και ο αριθμός των φύλλων που αφαιρείται να μην είναι υπερβολικός. Ενδείκνυται τα φύλλα να αφαιρούνται κατά την περίοδο της έναρξης της ωρίμανσης. Κατά την περίοδο αυτή τα φύλλα της βάσης έχουν χάσει ένα μεγάλο μέρος την φωτοσυνθετικής τους δύναμης.

Ωστόσο σε μερικές περιοχές παραγωγής επιτραπέζιων σταφυλιών, ταυτόχρονα με το κορυφολόγημα πριν την ανθοφορία, αφαιρούνται και τα πολύ μικρά φύλλα της βάσης του βλαστού καθώς επίσης και μερικοί ταχυφυείς βλαστοί με σκοπό τη δημιουργία ευνοϊκότερου περιβάλλοντος για τις ταξιανθίες από πλευράς αερισμού, δεδομένου ότι η πυκνή βλάστηση δημιουργεί αυξημένη υγρασία και ευνοεί τις μυκητολογικές ασθένειες. Όμως θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι εκτεθειμένες σταφυλές στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία και όταν οι θερμοκρασίες είναι πολύ υψηλές, υφίστανται ηλιοκαύματα (Νικολάου, 2008).

Συνοπτικά:

- Χρειάζεται μεγάλη προσοχή τόσο στην ποσότητα των φύλλων που αφαιρούνται όσο και στον χρόνο εφαρμογής του ξεφυλλίσματος.
- Η αφαίρεση μεγάλου αριθμού φύλλων μέχρι το ύψος της ανώτερης σταφυλής και μάλιστα σε συνδυασμό με αυστηρό κορυφολόγημα που κάνουν μερικοί αμπελουργοί είναι πολύ επιβλαβής χειρισμός.



Εικόνα 1.8 Εφαρμογή ξεφυλλίσματος στο στάδιο του περκασμού.

- Το ξεφύλλισμα πρέπει να αφορά την αφαίρεση μόνο λίγων φύλλων σκιαζόμενων που η φωτοσυνθετική τους δραστηριότητα είναι περιορισμένη ως και των γηρασμένων φύλλων της βάσης της κληματίδας που και αυτά δυσκολεύουν τον αερισμό και τη φυτοπροστασία των σταφυλιών (Ρούμπος, 1996).

Συγκεκριμένα στην επιτραπέζια ποικιλία Crimson seedless το ξεφύλλισμα επιτάχυνε την ωρίμανση, αύξησε τα διαλυτά στερεά συστατικά και μείωσε την οξύτητα. Η έκθεση των σταφυλιών στο φως και στη θερμοκρασία συσσωρεύσε περισσότερα σάκχαρα στα σταφύλια (Abd El-Razek et. al., 2010).

### 1.9.5 Χημικό Αραίωμα

Γενικότερα η χρησιμοποίηση της γιββερελλίνης στην άμπελο μπορεί να επιφέρει αύξηση του μεγέθους των ραγών, επιμήκυνση της σταφυλής ή αραίωμα των ραγών. Το αποτέλεσμα όμως της δράσης της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα

στάδια ανάπτυξης της σταφυλής και επηρεάζεται από τις καλλιεργητικές φροντίδες. Συγκεκριμένα όταν ο ψεκασμός GA γίνει κατά τη διάρκεια της άνθησης παρατηρείται κάποια αύξηση του μεγέθους των ραγών και κάποια μερική επιμήκυνση της σταφυλής. Τα αποτελέσματα όμως δεν είναι τόσο εντυπωσιακά όπως είναι όταν ο ψεκασμός γίνει στο στάδιο της καρπόδεσης. Το σημαντικότερο αποτέλεσμα του ψεκασμού GA που γίνεται κατά τη διάρκεια της άνθησης είναι το αραιώμα των σταφυλιών. Έχει διαπιστωθεί πως όταν γίνει εφαρμογή γιββερελλίνης κατά τη διάρκεια της άνθησης και ειδικά όταν έχει ανοίξει το 80-90% των ανθέων επιτυγχάνεται ελάττωση του αριθμού των ραγών κατά 20-25% (Christodoulou et. al., 1968, Lynn and Jensen, 1966, Weaver and Pool, 1971). Ωστόσο, η βέλτιστη αναλογία και ο χρόνος χειρισμού για την αραιώση των ραγών ποικίλλουν ανάμεσα στις ποικιλίες (Jensen, 1994, Dokoozlian, 1998).





Εικόνα 1.9 Επιτυχημένη επέμβαση χημικού αραιώματος με γιββερελλίνη GA3 σε ποικιλία Crimson seedless.

Για παράδειγμα, στην ποικιλία Thompson Seedless στην Καλιφόρνια συνήθως εφαρμόζεται γιββερελλίνη δύο φορές κατά τη διάρκεια της άνθισης. Η πρώτη εφαρμογή γίνεται στο 50% του ανοίγματος των ανθέων και η δεύτερη στο 85% της άνθισης, με αναλογίες που κυμαίνονται μεταξύ 30-40 g ha<sup>-1</sup> GA3 σε κάθε εφαρμογή. Αντίθετα, το βέλτιστο αραιώμα της Ruby Seedless επιτυγχάνεται με μια και μόνο εφαρμογή 3 g ha<sup>-1</sup> GA3 στο 90 με 100% του ανοίγματος των ανθέων. Η εφαρμογή γιββερελλίνης έδειξε ότι οι πολλαπλές εφαρμογές από 30 έως 40 g ha<sup>-1</sup> GA3 κατά τη διάρκεια της άνθισης ήταν φυτοτοξικές για την ποικιλία Crimson Seedless, με αποτέλεσμα υπερβολικό αραιώμα, τη δημιουργία shot berries (μικρές, στρογγυλές, χωρίς γίγαρτα ράγες που παραμένουν πράσινες κατά τη συγκομιδή) και σοβαρές μειώσεις στον αριθμό των ανθέων ανά πρέμνο τον επόμενο χρόνο.

Έγινε και μια μελέτη για να προσδιοριστεί η επίδραση χαμηλών δόσεων GA3 που εφαρμόζονται κατά την άνθιση, στην ανάπτυξη των ραγών και στις αποδόσεις του επιτραπέζιου σταφυλιού «Crimson Seedless» (Dokoozlian, 1998). Με βάση τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, συνίσταται μια ενιαία εφαρμογή μικρής δόσης γιββερελλίνης στο 80-100% της άνθισης για την αραιώση των ραγών του επιτραπέζιου σταφυλιού 'Crimson Seedless'. Αυτή η εφαρμογή μείωσε σημαντικά την καρπόδεση και αύξησε το βάρος και το μήκος των ραγών, αλλά δε μείωσε το βάρος του σταφυλιού, την εμπορική απόδοση ή τον αριθμό σταφυλιών ανά πρέμνο το επόμενο έτος (Dokoozlian, 2001). Επίσης, εξάλειψε την ανάγκη για αραιώση των ραγών με το χέρι (Jensen, 1994), μία έντονης κούρασης πρακτική που

χρησιμοποιείται για να μειωθεί το συμπαγές των τσαμπιών και η οποία μπορεί να κοστίζει μέχρι και 1000 \$/εκτάριο στην Καλιφόρνια. Σ' αυτή την ποικιλία, πολλαπλές εφαρμογές GA3 κατά τη διάρκεια της άνθισης, αύξησαν την πιθανότητα για υπερβολικό αραίωμα και σχηματισμό μικρών ραγών.



Εικόνα 1.10 Επιτυχημένη επέμβαση χημικού αραίωματος με γιββερελλίνη GA3 στην ποικιλία Crimson seedless.

Το αραίωμα έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη σταφυλιών με καλύτερη εμφάνιση και μεγαλύτερη εμπορική αξία. Παρέχει τη δυνατότητα ύπαρξης περισσότερου ελεύθερου χώρου για την ανάπτυξη ευμεγεθών ραγών και αποφεύγεται η υπερβολική συμπίεση και το σχίσσιμο των ραγών που συχνά οδηγεί στην ανάπτυξη του βοτρυτή. Σε περίπτωση μη επιτυχίας του χημικού αραίωματος με χρήση της γιββερελλίνης ο παραγωγός επεμβαίνει στην αραίωση του κάθε σταφυλιού με μηχανικό τρόπο χρησιμοποιώντας αμπελουργικό ψαλίδι (Ρούμπος, 1996).

### 1.9.6 Δακτυλίωση

Αποτελεί μια τεχνική συνηθισμένη στην αμπελοκαλλιέργεια κατά την οποία αφαιρείται ένας δακτύλιος φλοιού 2-5 mm με ειδικό εργαλείο, από τον κορμό, τους βραχίονες ή τις κεφαλές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την προσωρινή διακοπή της



καθόδου των προϊόντων της φωτοσύνθεσης προς τα άλλα μέρη του φυτού με αποτέλεσμα να διατίθενται σε μεγαλύτερες ποσότητες στις ταξιανθίες και τα σταφύλια.

Όταν πραγματοποιείται λίγες μέρες πριν και μετά την άνθιση, προκαλεί μείωση της ανθόρροιας, ή αποτρέπει την πτώση των ραγών. Στις αγίγαρτες ποικιλίες μειώνει την ανθόρροια και όταν εφαρμόζεται λίγες μέρες μετά την άνθιση αυξάνει το μέγεθος της ράγας.



Εφαρμοζόμενη μετά τον Εικόνα 1.11 Εφαρμογή δακτυλίωσης σε επιτραπέζια ποικιλία περκασμό βελτιώνει το Crimson Seedless.

χρωματισμό της ράγας, συντελεί στην αύξηση του βάρους της παραγωγής και προωθεί την ωρίμανση. Η βελτίωση βέβαια του χρωματισμού της ποικιλίας αυτής συνήθως γίνεται με την εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης όπως το ethephon και το Abscisic Acid δεδομένου ότι η χαραγή είναι επίπονη διαδικασία, απαιτεί χρόνο και εξειδικευμένους εργάτες (Νικολάου, 2008).

### 1.9.7 Άλλες τεχνικές

Εκτός της θερμοκρασίας του αέρα η αύξηση των βλαστών επηρεάζεται και από τη θερμοκρασία του εδάφους δεδομένου ότι οι αυξημένες θερμοκρασίες του εδάφους επιταχύνουν την αύξηση ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του αέρα (Woodham and Alexander, 1966). Αυτό επιτυγχάνεται με την κάλυψη του εδάφους κατά μήκος των γραμμών των πρέμων σε μια λωρίδα πλάτους έως 1 μέτρο. Αυτή είναι και μια εναλλακτική μέθοδος για την αντιμετώπιση των ζιζανίων στην κρίσιμη αυτή περιοχή του αμπελώνα. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε βιολογικούς ή νεαρούς αμπελώνες και γενικά όπου αποφεύγεται η χρήση ζιζανιοκτόνων.



Εικόνα 1.12 Αντιβρόχινο κάλυμμα με στόχο πέρα από την προστασία από τη βροχή, την οψίμιση της ποικιλίας.

Τα καλύτερα υλικά εδαφοκάλυψης είναι διάφορα οργανικά υλικά, όπως άχυρο, πριονίδι κ.λπ, τα οποία όταν τοποθετηθούν σε ένα στρώμα πάχους γύρω στα 7 εκατοστά σκιάζουν και εμποδίζουν την ανάπτυξη των περισσότερων ζιζανίων, ενώ παράλληλα δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για τα πρέμνα. Συχνά για την εδαφοκάλυψη χρησιμοποιούνται και διάφορα συνθετικά υλικά, όπως φύλλα μαύρου πλαστικού ή ειδικού γεωϋφάσματος. Τα υλικά αυτά θα πρέπει να αποφεύγονται σε υγρά εδάφη. Ορισμένα ζιζάνια, όπως η κύπερη μπορεί να τρυπήσουν τα πλαστικά φύλλα και να αναπτυχθούν πάνω από αυτά.

Μια επίσης καλλιεργητική τεχνική η οποία χρησιμοποιείται κυρίως σε επιτραπέζιες ποικιλίες είναι η χρήση του αντιβρόχινου καλύμματος την εποχή της ωρίμανσης με στόχο πέρα από την προστασία από τη βροχή, την οψίμιση της ποικιλίας λόγω μειωμένης φωτοσυνθετικής ικανότητας όταν συντρέχουν ειδικοί λόγοι όπως μεγαλύτερη εμπορική αξία του προϊόντος στο προσεχές διάστημα λόγω έλλειψης διάθεσης του προϊόντος την εποχή εκείνη.

## **1.10 Μετασυλλεκτική τεχνολογία επιτραπέζιων σταφυλιών**

**1.10.1 Μετασυλλεκτική φυσιολογία:** Τα σταφύλια είναι μη – κλιμακτηριακοί καρποί με χαμηλή μεταβολική δραστηριότητα. Η κατάταξή τους σε αυτή την κατηγορία των νωπών καρπών οφείλεται στη μικρή ποσότητα αιθυλενίου (της ορμόνης της ωρίμανσης) που παράγουν καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης, και στην απουσία της κλιμακτηρικής αύξησης της αναπνοής. Έτσι τα σταφύλια δεν ωριμάζουν μετά τη συγκομιδή, και γι' αυτό πρέπει να έχουν αποκτήσει την μέγιστη δυνατή ποιότητα πριν τη συγκομιδή (Κανελλής, 1998).

**1.10.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των ραγών:** Σημαντικά γνωρίσματα ποιότητας των επιτραπέζιων σταφυλιών είναι οι μορφολογικοί χαρακτήρες των ραγών. Ράγες μεγάλου μεγέθους δεν είναι μόνο ελκυστικές στον καταναλωτή, αλλά καταναλώνονται και πιο εύκολα. Προτιμώνται ποικιλίες με ράγες που έχουν επιδερμίδα λιγότερο λεπτή και σχετικά ισχυρή πρόσφυση στους ποδίσκους, ώστε να αντέχουν στις αντίξοες συνθήκες των διαφόρων μετασυλλεκτικών χειρισμών. Η γεύση είναι ένα άλλο γνώρισμα, το οποίο σε συνδυασμό με το άρωμα, προσδίδει στα σταφύλια ένα από τα πιο επιθυμητά χαρακτηριστικά ποιότητας. Η γεύση οφείλεται στη συνδυασμένη αίσθηση των σακχάρων και οξέων. Η υφή είναι ένα από τα πιο σημαντικά γνωρίσματα της ωρίμανσης και ποιότητας των επιτραπέζιων σταφυλιών. Ράγες τραγανές είναι ελκυστικές σ' όλους τους καταναλωτές και επιπλέον ανθεκτικές στους αντίξοους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Η υποβάθμιση της υφής στα σταφύλια οφείλεται κυρίως στην απώλεια νερού από τις ράγες και δευτερευόντως στη δράση των υδρολυτικών ενζύμων των κυτταρικών τοιχωμάτων (Κανελλής, 1998).

**1.10.3 Παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο συγκομιδής:** Τα σταφύλια ανεξάρτητα του προορισμού χρήσης τους συγκομίζονται όταν αποκτήσουν την άριστη ποιότητα ενώ είναι ακόμη στο πρέμνο. Η εμφάνιση ορίζεται από το χρώμα, ιδίως στις έγχρωμες ποικιλίες. Η συγκέντρωση των διαλυτών στερεών εφαρμόζεται διεθνώς, ως ο κυριότερος δείκτης ωριμότητας. Για την μέτρηση της συγκέντρωσης των διαλυτών στερεών χρησιμοποιείται η κλίμακα °Brix, η οποία υποδηλώνει γραμμάρια σακχαρόζης σε 100 γραμμάρια χυμού. Τα διαλυτά στερεά μπορούν εύκολα να μετρηθούν με τη βοήθεια ενός διαθλασίμετρου χειρός. Επιπλέον, ως δείκτες ωριμότητας χρησιμοποιούνται το πηλίκιο °Brix / οργανικά οξέα και η ολική οξύτητα. Η ολική οξύτητα μπορεί να υπολογιστεί με τιτλοδότηση με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου 0,1 N και φαινολφθαλεΐνη ως δείκτη. Οι ελάχιστες τιμές

°Brix ή °Brix / οργανικά οξέα, που εφαρμόζονται ως δείκτες ωριμότητας είναι συνάρτηση της ποικιλίας και του τύπου παραγωγής. Π.χ. η συλλογή των Crimson seedless γίνεται όταν ο χυμός των ραγών δείχνει 19 °Brix και πάνω (Κανελλής, 1998).

**1.10.4 Συγκομιδή:** Τα επιτραπέζια σταφύλια στο εξωτερικό, σε αντίθεση με τα κρασοστάφυλα και τη σταφίδα, δεν συγκομίζονται μονομιάς σε έναν αμπελώνα. Ανάλογα με την πορεία ωρίμανσης, εφαρμόζονται δύο ή περισσότεροι τρυγητοί. Η συγκομιδή γίνεται κατά προτίμηση τις πρωινές ώρες, όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι ακόμα χαμηλή. Σταφύλια με χαμηλή θερμοκρασία σημαίνει λιγότερη ταλαιπωρία και λιγότερη σπατάλη ενέργειας για την πρόψυξή τους. Τα σταφύλια, μετά τη συγκομιδή και την τοποθέτησή τους σε κιβώτια, τοποθετούνται κάτω από τα πρέμνα ώστε να προστατεύονται από την άμεση επίδραση του ήλιου. Οι πρώτες εμφανείς επιπτώσεις στα σταφύλια λόγω υψηλών θερμοκρασιών, είναι:

- Η απώλεια νερού, που εκδηλώνεται με την ξήρανση των βοστρύχων και μίσχων, οι οποίοι καθίστανται εύθραυστοι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αποκόλληση των ραγών και συνεπώς τη μείωση της αγοραστικής αξίας των σταφυλιών.
- Απώλεια του πράσινου χρώματος του βοστρύχου και εμφάνιση απόχρωσης καφέ.
- Συρρίκνωση των ραγών και εμφάνιση πτυχών στην επιδερμίδα (Κανελλής, 1998).

**1.10.5 Επεξεργασία στο συσκευαστήριο:** Το προϊόν παραλαμβάνεται άμεσα από τα συσκευαστήρια, ώστε να αποφεύγεται η πολύωρη έκθεση των σταφυλιών στις υψηλές θερμοκρασίες της εποχής. Η διαλογή των σταφυλιών είναι μια από τις σπουδαιότερες εργασίες στο συσκευαστήριο. Επειδή συνήθως είναι λίγα τα τέλεια σταφύλια, το εύρος της διαλογής και η αφαίρεση των μειονεκτικών βοστρύχων είναι συνάρτηση του κόστους εργασίας και των τιμών της αγοράς. Οι τρόποι και τα υλικά συσκευασίας ποικίλουν διεθνώς, ανάλογα με τη χώρα προορισμού. Γενικά, χρησιμοποιούνται ξύλινα ή χάρτινα κιβώτια των 5 ως 10 κιλών. Κατά τη συσκευασία μπορεί να χρησιμοποιηθούν προστατευτικά χαρτιά ("συντηρητικά"), τα οποία έχουν την ικανότητα να εκλύουν διοξείδιο του θείου προστατεύοντας με αυτό τον τρόπο τα συσκευασμένα σταφύλια από προσβολές του Βοτρύτη. Η ενεργή ουσία σε αυτά τα χαρτιά είναι μεταδιθειώδες νάτριο (sodium metabisulfite) (Nelson, 1979).

**1.10.6 Πρόψυξη:** Η ανάγκη για πρόψυξη των επιτραπέζιων σταφυλιών καθίστανται επιτακτική για τρεις κυρίως λόγους:

- α) Ελαχιστοποιείται η απώλεια νερού από τα σταφύλια.
- β) Μειώνεται η προσβολή από παθογόνα (μύκητες, κυρίως Βοτρύτη).
- γ) Μειώνεται ο ρυθμός αναπνοής των σταφυλιών και συνεπώς και ο μεταβολισμός τους.

Για την πρόψυξη των σταφυλιών εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι ψύξης με βεβιασμένη κίνηση αέρα. Έτσι η ψύξη των σταφυλιών εντός των συσκευασιών στους 0 °C μπορεί να διαρκέσει από 6 έως > 72 ώρες (Mitchell, 1972, Mitchell, 1992).

**1.10.7 Χρήση του διοξειδίου του θείου για τον έλεγχο των μυκητολογικών προσβολών:** Η εφαρμογή του διοξειδίου του θείου για την προστασία των σταφυλιών από προσβολές μυκήτων (κυρίως του Βοτρύτη) είναι μια διεθνής πρακτική και είναι προϋπόθεση για την καλή διατήρηση της ποιότητας. Για καλύτερα αποτελέσματα, ο υποκαπνισμός με ατμούς διοξειδίου του θείου γίνεται εντός 12 ωρών από την ώρα της κοπής. Αυτό είναι επιτακτικό σε περιπτώσεις που η πρόψυξη είναι αργή και ευνοείται η βλάστηση των σπόρων των μυκήτων από την παρουσία θερμού και υγρού αέρα γύρω από τις ράγες. Λόγω της τοξικότητας του διοξειδίου του θείου και της ελάχιστης ποσότητας που θα πρέπει να υπάρχει στα σταφύλια τη στιγμή που θα φθάσουν στον καταναλωτή (έχει διεθνώς καθιερωθεί το < 10 ppm ως μέγιστο επιτρεπτό όριο θειωδών στα επιτραπέζια σταφύλια), λαμβάνονται ειδικές προφυλάξεις για την προστασία του προσωπικού των συσκευαστηρίων, την αποφυγή ζημιών λόγω υπερβολικών δόσεων διοξειδίου του θείου στα σταφύλια, και ύπαρξης υπολειμμάτων ενώσεων του διοξειδίου του θείου στις ράγες. Για τον υποκαπνισμό των επιτραπέζιων σταφυλιών με ατμούς διοξειδίου του θείου διατίθενται στο εμπόριο ειδικές συσκευές, που εγγυώνται την αποτελεσματική και ασφαλή χρήση του διοξειδίου του θείου. Αντί εφαρμογής υποκαπνισμού με διοξείδιο του θείου, μπορεί να προστεθούν στα κιβώτια συσκευασίας ειδικά σκευάσματα - συντηρητικά, που ελευθερώνουν σταδιακά διοξείδιο του θείου κατά τη συντήρηση και μεταφορά (Mitchell, 1992).

**1.10.8 Αποθήκευση – συντήρηση των επιτραπέζιων σταφυλιών:** Τα σταφύλια, που προορίζονται για συντήρηση, υπόκεινται σε ταχεία πρόψυξη και αποτελεσματική εφαρμογή ατμών διοξειδίου του θείου. Η θερμοκρασία συντήρησης κυμαίνεται μεταξύ -1°C και -0,5 °C. Ευαίσθητα σημεία του σταφυλιού για πιθανή ζημιά από θερμοκρασίες κάτω του -1 °C είναι οι ποδίσκοι, οι βόστρυχοι και οι

ανώριμες ράγες. Οι ώριμες ράγες αντέχουν θερμοκρασίες μέχρι  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Για τους παραπάνω λόγους, η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή χωρίς αποκλίσεις. Επίσης, ο σωστός έλεγχος της θερμοκρασίας και η απουσία αποκλίσεων ευνοεί περισσότερο την διατήρηση της σχετικής υγρασίας των σταφυλιών σε υψηλά επίπεδα. Η σχετική υγρασία πρέπει να διατηρείται στα επίπεδα του 90 – 95%. Η ταχύτητα ροής του ψυχρού αέρα ελέγχεται για να αποφεύγεται η απώλεια νερού από τα σταφύλια. Για την αποτελεσματική καταπολέμηση των προσβολών κατά τη διάρκεια της συντήρησης, πραγματοποιούνται κάθε εβδομάδα ή κάθε 10 ημέρες περιοδικές εφαρμογές ατμών διοξειδίου του θείου σε συγκέντρωση 0,25% διοξειδίου το θείου για 20 λεπτά. Ταυτόχρονα χρησιμοποιούνται και τα ειδικά προστατευτικά χαρτιά, που απελευθερώνουν σταδιακά διοξείδιο του θείου (Mitchell, 1992).

Οι δυνατότητες αποθήκευσης των (πιο εμπορικά) επιτραπέζιων σταφυλιών, εφόσον εφαρμοστούν όλοι οι κατάλληλοι χειρισμοί, είναι:

Crimson seedless	14 - 16 εβδομάδες
Autumn Seedless	14 – 16 εβδομάδες
Emperor	12 – 16 εβδομάδες
Ribier	8 – 16 εβδομάδες
Red Globe	12 εβδομάδες
Blush Seedless	12 εβδομάδες
Flame seedless	10 – 12 εβδομάδες
Σουλτανίνα (Thomson Seedless)	6 – 10 εβδομάδες
Cardinal	4 – 8 εβδομάδες



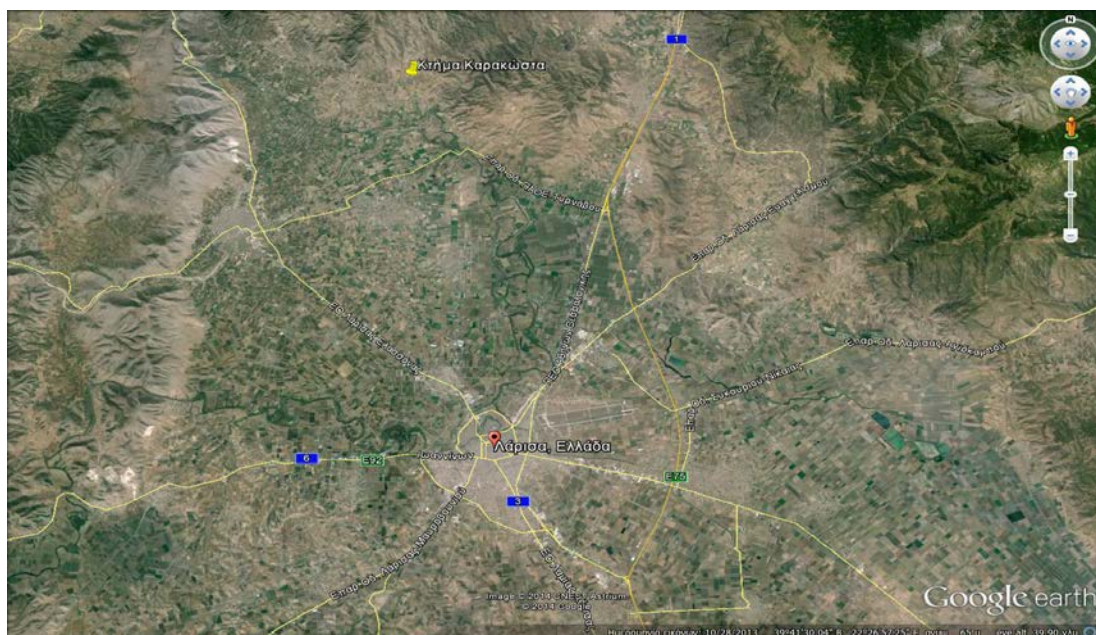
# Κεφάλαιο 2

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας σε αμπελώνα με επιτραπέζια σταφύλια

#### 2.1.1 Περιοχή έρευνας

Για την διεξαγωγή της έρευνας επιλέχτηκε αμπελώνας επιτραπέζιας ποικιλίας ο οποίος καλλιεργείται τα τελευταία 7 έτη στην αγροτική περιοχή της Ροδιάς Τυρνάβου του Νομού Λαρίσης.



**Εικ. 2.1** Τοποθεσία πειραματικού αμπελώνα

Καλλιεργείται από την εταιρεία «Κτήμα Καρακώστα», η οποία δραστηριοποιείται αρκετά έτη στο τομέα παραγωγής επιτραπέζιων ποικιλιών υψηλής ποιότητας. Η εταιρεία καλλιεργεί αμπελώνες δύο επιτραπέζιων ποικιλιών, την λευκή Superior και την ερυθρή Crimson seedless. Ο αμπελώνας της μελέτης είχε έκταση 16,5 στρεμμάτων και είναι φυτεμένος με την ποικιλία Crimson seedless (*Vitis vinifera* L.).



**Εικ. 2.2** Αποψη πειραματικού αμπελώνα

Ο αμπελώνας βρίσκεται σε έδαφος χωρίς κλίση. Παρόλα αυτά παρατηρείται ανομοιομορφία και παραλλακτικότητα λόγω διαφορετικότητας της μηχανικής σύστασης του εδάφους, τόσο στην ποιότητα όσο και στην παραγωγή. Σύμφωνα με τον παραγωγό το ανατολικό μέρος του αμπελώνα είναι πιο παραγωγικό σε σχέση με το δυτικό. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών του αμπελώνα είναι 2,85 m, ενώ η απόσταση μεταξύ των φυτών της γραμμής στο 1,20 m. Ο αμπελώνας τη χρονιά των μετρήσεων ήταν 6 ετών, φυτεμένος σε υποκείμενο 1103P και διαμορφωμένος σε γραμμωτό σχήμα τύπου λύρας V (ανοιχτή σκάφη).

Οι καλλιεργητικές μεταχειρίσεις που πραγματοποιούσε ο παραγωγός ήταν παρόμοιες για κάθε έτος. Υπήρχε μια διαφοροποίηση στο χρόνο εφαρμογής των μεταχειρίσεων ανάλογα με το βιολογικό κύκλο ανάπτυξης της αμπέλου. Οι καλλιεργητικές εργασίες ξεκινούσαν με τη βασική λίπανση τον Ιανουάριο και επακολουθούσε το κλάδεμα τον επόμενο μήνα. Στα μέσα της άνοιξης πραγματοποιούνταν το βλαστολόγημα και παράλληλα το δέσιμο των νεαρών βλαστών στα σύρματα.

Η φυτοπροστασία ξεκινούσε μετά την εκβλάστηση των οφθαλμών, ενώ η αντιμετώπιση των εντομολογικών προσβολών στην αρχή της άνθισης. Για την καταπολέμηση των ζιζανίων οι σειρές των αμπελιών ψεκάζονται με ζιζανιοκτόνο (δραστική: glyphosate) από το τέταρτο έτος του αμπελώνα, ενώ τα προηγούμενα έτη ο παραγωγός πραγματοποιούσε τακτική κατεργασία τους εδάφους μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Ζιζάνια επί των σειρών και μεταξύ των κλημάτων ξεριζώνονται με το χέρι τον Απρίλιο ή διαφορετικά εφαρμόζοντας πλαστικό αδιαφανές φύλλο που αποτρέπει την φύτευση τους. Επίσης από τα τέλη της άνοιξης και μετά εκτελούνταν ξεφύλλισμα για τη βελτίωση του θερμικού και φωτεινού μικροκλίματος στην περιοχή της καρποφόρας ζώνης του πρέμνου και τον καλύτερο αερισμό των σταφυλιών. Επίσης λόγω αυξημένης ζωηρότητας για τον καλύτερο φωτισμό πραγματοποιούνταν τακτικά κορυφολογήματα, δηλαδή αφαίρεση τμήματος της βλάστησης από την κορυφή του φυλλώματος. Οι αρδεύσεις πραγματοποιούνταν ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες με σκοπό τη διατήρηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών και την ομαλή ωρίμανση της παραγωγής.

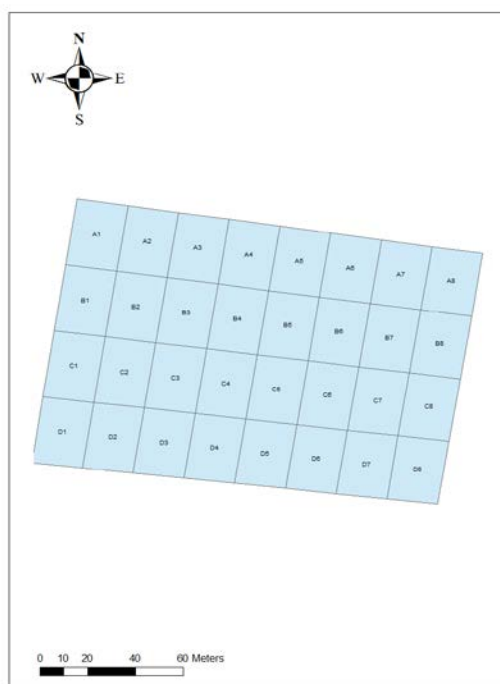
### **2.1.2 Μετρήσεις –χάρτες**

- Δειγματοληψία εδάφους και πραγματοποίηση αναλύσεων μηχανικής σύστασης και θρεπτικών στοιχείων.
- Δειγματοληψία φύλλων στο στάδιο του περκασμού και ανάλυση μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων.
- Μέτρηση και χαρτογράφηση της παραγωγής.
- Μέτρηση και χαρτογράφηση των παραμέτρων ποιότητας των παραγόμενων σταφυλιών.
- Εκτίμηση των δεικτών βλάστησης στη διάρκεια της βλαστικής περιόδου με χρήση του οργάνου CropCircle (Holland Scientific) (3 μετρήσεις).

### **2.1.3 Δειγματοληψία εδάφους**

Η δειγματοληψία εδάφους πραγματοποιήθηκε σε μορφή πλέγματος ώστε να καλυφθεί μεγαλύτερο τμήμα του αμπελώνα με περισσότερη λεπτομέρεια και να είναι πιο αντικειμενική. Ο αμπελώνας χωρίστηκε σε πλέγμα 17x27 m (32 κελιών), δηλαδή σε ορθογώνια παραλληλόγραμμα ίσης επιφάνειας εδάφους (Εικόνα 3.3). Το κάθε κελί του πλέγματος ονομάστηκε με χαρακτηριστική κωδική ονομασία (το ίδιο πλέγμα

χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια στις μετρήσεις παραγωγής και στη δειγματοληψία σταφυλιών για την ποιοτική ανάλυση)



Εικ. 2.3 Σχεδιάγραμμα του πλέγματος μετρήσεων και δειγματοληψίας

Σε κάθε κελί του πλέγματος ελήφθησαν τέσσερα δείγματα εδάφους τα οποία ομογενοποιήθηκαν σε μια σακούλα σχηματίζοντας ένα σύνθετο δείγμα. Με τον τρόπο αυτό τα δείγματα εδάφους είναι πιο αντιπροσωπευτικά του κελιού στο οποίο ανήκουν. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε βάθος 0-30 cm. Τα δείγματα ελήφθησαν τα μέσα Σεπτεμβρίου χρησιμοποιώντας εδαφολήπτη (τύπου Edelman combined) με διάμετρο 7 cm και μήκος 125 cm. Έπειτα από τη δειγματοληψία, τα δείγματα εδάφους αναμείχθηκαν, αεροξηράνθηκαν για διάστημα 15 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου και περάστηκαν από ειδικό κόσκινο 2 mm. Οι εργαστηριακές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας καθώς και στο εργαστήριο Γεωργικής Χημείας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής του ΤΕΙ Λάρισας.

## 2.1.4 Εδαφολογικές μέθοδοι ανάλυσης

### 2.1.4.1 Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης

Για την μέτρηση της κοκκομετρικής σύστασης ζυγίστηκαν 50 g εδάφους ακριβώς καταγεγραμμένα σε ποτήρια ζέσεως των 250 mL. Έπειτα προστέθηκαν

50 mL NaPO<sub>3</sub> 1% και τα δείγματα αφέθηκαν για 16 ώρες. Έπειτα τα δείγματα μεταφέρονταν σε ηλεκτρικό μίξερ όπου γίνονταν ανάδευση για 10 λεπτά. Ακολούθως τα δείγματα μεταφέρονταν σε ογκομετρικούς κυλίνδρους 1 L και συμπληρώνονταν με νερό μέχρι τη χαραγή. Έπειτα με ειδική ράβδο αναδεύονταν και καταγράφονταν η μέτρηση από το πυκνόμετρο του Βουγιούκου έπειτα από 40 δευτερόλεπτα, χρόνος κατά τον οποίο θεωρούμε ότι η άμμος έχει ήδη καθιζάνει. Αυτή είναι η μέτρηση Α. Έπειτα από 2 ώρες μετρούνταν εκ νέου η πυκνότητα του αιωρήματος (μέτρηση Β), χρονική στιγμή κατά την οποία και η ιλύς του δείγματος έχει καθιζάνει. Επίσης γίνονταν καταγραφή της θερμοκρασίας του αιωρήματος για να διορθώσουμε τις τιμές Α και Β στην τιμή θερμοκρασίας αναφοράς (20 °C) και αυτό επειδή το ιξώδες του αιωρήματος, και άρα και η ταχύτητα καθίζησης των εδαφικών κλασμάτων, εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Η διόρθωση γίνεται με τον τύπο:

$$A' = A + \Sigma\Theta \text{ και}$$

$$B' = B + \Sigma\Theta$$

όπου Α και Β είναι οι αντίστοιχες τιμές που παίρνονται ως ανάγνωση από το πυκνόμετρο Βουγιούκου, ΣΘ ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας και Α' και Β' οι διορθωμένες τιμές. Ο ΣΘ δίνεται από τον τύπο:

$$\Sigma\Theta = (\text{Θερμοκρασία} - 20) / 2,5$$

Κατόπιν έγιναν οι υπολογισμοί του ποσοστού άμμου, ιλύος και αργίλου με τους παρακάτω τύπους:

$$\text{Αργίλος\%} = 100 \times B' / \Gamma$$

$$\text{Ιλύς\%} = 100 \times (A' - B') / \Gamma$$

$$\text{Άμμος\%} = 100 - (\text{Αργίλος\%} + \text{Ιλύς\%})$$

όπου Γ είναι το βάρος εδάφους που χρησιμοποιήθηκε στη ανάλυση (εδώ, 50 g).

#### **2.1.4.2 Προσδιορισμός του εδαφικού pH**

Για τη μέτρηση του pH ζυγίστηκαν 10 g εδάφους περίπου και τοποθετήθηκαν σε μπουκαλάκια τύπου falcon 50 mL. Έπειτα προστέθηκαν 25 mL απιονισμένου νερού. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στον ανακινητήρα για 20 λεπτά. Έπειτα αφέθηκαν τα δείγματα σε ηρεμία για τουλάχιστον 30 min και η μέτρηση του pH έγινε σε ηλεκτρικό πεχάμετρο τύπου ORION 3 STAR pH Benchtop της εταιρείας Thermo

Scientific (Αλεξιάδης, 1976). Στο πεχάμετρο γινόταν έλεγχος του ηλεκτροδίου κάθε 10 δείγματα με standard pH 6.

#### **2.1.4.3 Προσδιορισμός ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ )**

Δεν μετρήθηκε λόγω όξινου εδάφους.

#### **2.1.4.4 Προσδιορισμός ηλεκτρικής αγωγιμότητας**

Μετρήθηκε στο εργαστήριο εδαφολογίας σε υδατικό διάλυμα με σχέση έδαφους 1:5 με αγωγιμόμετρο 712 Conductometer τύπου Metrohm (Miller and Curtin, 2006).

#### **2.1.4.5 Οργανική ουσία με υγρή οξείδωση**

##### **Υλικά και αντιδραστήρια**

- Διάλυμα 0,166 M  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ : Διαλύουμε 49,04 g ξηρού  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  σε 1 L  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Διάλυμα 0,5 M  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ : Διαλύουμε 140 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  σε περίπου 500 mL  $\text{H}_2\text{O}$  και προστίθενται 15 mL πυκνού  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Όταν το διάλυμα ψυχθεί, συμπληρώνουμε μέχρι όγκου 1 L με  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Πυκνό  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- Πυκνό  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Δείκτης διφαινυλαμίνης: Διαλύουμε 0,5 g διφαινυλαμίνης (barium diphenylamine sulfonate) σε 20 mL  $\text{H}_2\text{O}$  και 100 mL πυκνού  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- Ποτήρι ζέσεως 50 mL
- Προχοΐδα 50 mL
- Κωνική φιάλη 500 mL
- Ογκομετρικός κύλινδρος 100 mL

##### **Τρόπος εργασίας**

Ζυγίζουμε 0,5 g εδάφους (περίπου, αλλά ακριβώς καταγεγραμμένα) σε ποτήρι ζέσεως 50 mL. Προσθέτουμε 10 mL 0,166 M  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  και 10 mL πυκνό  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Αφήνουμε για 30 min ώστε να γίνει η οξείδωση της οργανικής ουσίας του εδάφους. Κατόπιν διηθούμε το αιώρημα μέσα από διηθητικό χαρτί σε κωνική φιάλη των 500 mL με τη βοήθεια 200 mL  $\text{H}_2\text{O}$  (τα μετράμε σε ογκομετρικό κύλινδρο 100 mL που έχουμε μπροστά μας). Όταν ολοκληρωθεί η διήθηση προσθέτουμε 10 mL πυκνού  $\text{H}_3\text{PO}_4$  στο διαυγές διήθημα με τον ίδιο ογκομετρικό κύλινδρο. Κατόπιν ογκομετρούμε το διχρωμικό κάλιο που περίσσεψε από την οξείδωση της οργανικής

ουσίας με διάλυμα 0,5 M FeSO<sub>4</sub> που περιέχεται στην προχοΐδα, αφού πρώτα προσθέσουμε 5 σταγόνες δείκτη διφαινυλαμίνης στην κωνική. Το αρχικό χρώμα είναι σκούρο καφέ. Λίγο πριν το τέλος της ογκομέτρησης γίνεται **έντονο βαθύ μπλε** και μερικές σταγόνες μετά γίνεται **πράσινο**, το οποίο είναι και το τελικό χρώμα. Όλη η διαδικασία πρέπει να γίνει και σε ένα «λευκό» δείγμα, δηλαδή σε ένα δείγμα που περιέχει όλα τα άλλα εκτός από έδαφος. Ο λόγος είναι ότι στο διάλυμα του θεικού σιδήρου ο Fe<sup>II</sup> οξειδώνεται βαθμιαία σε Fe<sup>III</sup> με την επαφή του διαλύματος με τον αέρα, και άρα έτσι «μειώνεται» η συγκέντρωσή του. Άρα τη συγκέντρωσή του θα πρέπει σε κάθε ομάδα δειγμάτων ανάλυσης της οργανικής ουσίας να την ελέγχουμε κάνοντας αυτήν την τιτλοδότηση του «λευκού» δείγματος.

#### **Υπολογισμοί αποτελεσμάτων**

Στο τέλος του πειράματος έχουμε στη διάθεσή μας τα εξής δεδομένα:

A= τα mL που χρειάστηκαν για την ογκομέτρηση του άγνωστου δείγματος

B= τα mL που χρειάστηκαν για την ογκομέτρηση του «λευκού» δείγματος

Γ= τα g του εδάφους που ζυγίσαμε στην αρχή.

Ο τελικός τύπος υπολογισμού του οργανικού άνθρακα (OC) είναι ο εξής: **OC, % = 0,195\*(B-A)/Γ**, και η οργανική ουσία, **OM=OC/0,58**, γιατί θεωρούμε ότι ο C αποτελεί το 58% της οργανικής ουσίας.

**2.1.4.6 Προσδιορισμός του ολικού αζώτου:** Προσδιορίστηκε με την μέθοδο κατά Kjeldahl (Bremner and Muvaney, 1982).

**2.1.4.7 Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου καλίου:** Για τον προσδιορισμό του χρησιμοποιήθηκε εκχυλιστικό διάλυμα 1 N CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>. Ο προσδιορισμός έγινε με φλογοφωτόμετρο τύπου Sherwood.

**2.1.4.8 Εκχύλιση φωσφόρου κατά Olsen (με όξινο ανθρακικό νάτριο και ανάπτυξη κυανού χρώματος)**

Η μέθοδος που περιγράφεται παρακάτω επιλέχθηκε γιατί θεωρείται η πλέον κατάλληλη για τα περισσότερα ελληνικά εδάφη, είναι σχετικά ελεύθερη παρεμβολών και το χρώμα είναι σταθερό για 24 ώρες.

#### **Αντιδραστήρια**

##### **Παρασκευή Αντιδραστηρίου A**

1. **Μολυβδαινικό αμμώνιο**, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·2H<sub>2</sub>O: Διαλύονται 12 g μολυβδαινικού αμμωνίου σε 250 mL αποσταγμένου νερού.

2. **Τρυγικό κάλιο-αντιμόνιο**,  $\text{KSbO}\cdot\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$ : Διαλύονται 0,2908 g σε 100 mL αποσταγμένο νερό.

3. **Θειικό οξύ**,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : Σε ογκομετρική φιάλη του 1 L προστίθενται 140 mL πυκνό θειικό οξύ και συμπληρώνεται μέχρι χαραγής με αποσταγμένο νερό.

Κατόπιν σε ογκομετρική φιάλη των 2 L μεταφέρονται τα αντιδραστήρια 1, 2 και 3, συμπληρώνεται η φιάλη μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό, ανακινείται καλά και αποθηκεύεται σε πλαστική φιάλη σε δροσερό και σκοτεινό μέρος. Το μείγμα αυτό είναι το **Αντιδραστήριο Α**.

#### **Παρασκευή Αντιδραστηρίου Β**

Σε 200 mL του Αντιδραστηρίου Α διαλύονται 1,056 g ασκορβικού οξέος. Αυτό είναι το **Αντιδραστήριο Β**, το οποίο έχει κίτρινο χρώμα.

#### **Παρασκευή διαλύματος 5 ppm P**

Από stock solution 1000 ppm P ( $1000 \text{ mg P L}^{-1}$ ) λαμβάνουμε 1 mL και τα μεταφέρουμε σε ογκομετρική φιάλη των 200 mL και πληρώνουμε τη φιάλη μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό. Η συγκέντρωση του P σε αυτήν τη φιάλη είναι 5 ppm ( $5 \text{ mg P L}^{-1}$ ). Αν δεν υπάρχει έτοιμο στοκ διάλυμα 1000 ppm P, τότε το παρασκευάζουμε ως εξής: Ζυγίζουμε 0,4394 g ευδιάλυτου φωσφορικού άλατος  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (ή 0,5747 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) και το διαλύουμε σε ογκομετρική φιάλη 100 mL. Κατόπιν παρασκευάζουμε το διάλυμα 5 ppm P όπως αναφέρεται παραπάνω.

### **Διαδικασία εκχύλισης, ανάπτυξης χρώματος και μέτρησης**

#### **Εκχύλιση**

- Σε πλαστικά μπουκαλάκια των 50 mL ζυγίζονται περίπου 1 g εδάφους (αλλά ακριβώς καταγεγραμμένα).
- Προστίθενται 20 mL 0,5 M  $\text{NaHCO}_3$ .
- Ανάδευση για μισή ώρα.
- Διήθηση με διηθητικό χαρτί σε πλαστικά δοχεία και παραλαβή του εκχυλίσματος.

#### **Ανάπτυξη χρώματος στο δείγμα**

Αναπτύσσεται κυανό χρώμα στο διήθημα ως εξής:

- Σε ογκομετρικές φιάλες των 25 mL μεταφέρονται 5 mL εκχυλίσματος με αυτόματη πιπέτα. Μεταφέρουμε 1 mL όταν αναμένουμε υψηλές συγκεντρώσεις P, και 10 mL όταν αναμένουμε χαμηλές συγκεντρώσεις P.



- Προστίθενται περίπου 2 mL αραιό HCl (αργά για να μην αφρίσει έντονα το δείγμα) και γίνεται ελαφρά και περιοδική ανάδευση μέχρι την παύση αφρισμού.
- Προστίθενται 2,5 mL αντιδραστήριο B.
- Συμπληρώνεται με νερό μέχρι χαραγής.
- Αναμονή 30 λεπτά μέχρι να αναπτυχθεί το χρώμα.

#### **Ανάπτυξη χρώματος για τη δημιουργία καμπύλης βαθμολόγησης**

Σε 6 ογκομετρικές φιάλες των 25 mL αναπτύσσεται χρώμα σε διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης P με σκοπό τη χάραξη καμπύλης βαθμολόγησης με την εξής διαδικασία: Σε ογκομετρικές φιάλες των 25 mL μεταφέρονται 5 mL 0,5 M NaHCO<sub>3</sub>.

- Προστίθενται περίπου 2 mL αραιό HCl (αργά για να μην αφρίσει έντονα) και γίνεται ελαφρά και περιοδική ανάδευση μέχρι την παύση του αφρισμού.
- Προστίθενται 2,5 mL αντιδραστήριο B.
- Προστίθενται σε έξι διαφορετικές φιάλες 0, 0,5, 1, 2, 4, 6 mL διαλύματος 5 ppm P διαδοχικά στις 6 φιάλες. Συμπληρώνονται οι φιάλες με νερό μέχρι τη χαραγή. Έτσι δημιουργούνται πρότυπα διαλύματα με συγκέντρωση φωσφόρου 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 και 1.2 ppm (mg P L<sup>-1</sup>), αντίστοιχα.
- Αναμονή 30 λεπτά για να αναπτυχθεί το χρώμα.

#### **Μέτρηση εκχύλισματος**

Το διάλυμα (και το άγνωστο και το πρότυπο γνωστής συγκέντρωσης), στο οποίο αναπτύχθηκε κυανό χρώμα, μετράται η απορρόφηση με φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 882 nm.

#### **Τρόπος υπολογισμού αποτελεσμάτων**

##### **Υπολογισμός καμπύλης βαθμολόγησης φασματοφωτόμετρου**

Για να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση P στο εκχύλισμα, θα πρέπει να πρώτα να κάνουμε την καμπύλη βαθμολόγησης. Δηλαδή να μετρήσουμε στο όργανο διαλύματα με γνωστές συγκεντρώσεις P και να πάρουμε την ένδειξη του οργάνου για αυτές. Με βάση αυτήν την καμπύλη, υπολογίζουμε τη συγκέντρωση P στο άγνωστο δείγμα από την ένδειξη οργάνου.

Ο τελικός τύπος που εφαρμόζουμε είναι ο εξής:

Olsen-P ( $\text{mg kg}^{-1}$  εδάφους) = ( $\text{mL}$  διαλύματος εκχύλισης \*  $\text{mL}$  ογκομετρικής φιάλης/ $\text{mL}$  διηθήματος στην ογκομετρική φιάλη) \* (A/B). Όπου A= ppm P στο εκχύλισμα (αυτό που μετράμε στο φασματοφωτόμετρο) και B = βάρος εδάφους σε g.

Δηλαδή εδώ: Olsen-P ( $\text{mg kg}^{-1}$  εδάφους) =  $(20 * 25 / 5) * (A/B) \Rightarrow$

ή

Olsen-P ( $\text{mg kg}^{-1}$  εδάφους) =  $100 * (A/B)$

**2.1.4.9 Διαθέσιμα ιχνοστοιχεία:** Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Lindsay and Norwell (1978), έγινε εκχύλιση με διάλυμα DTPA (διεθυλο-τριαιθανο-λαμίνη) σε pH 8,3 και η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια φασματομέτρου ατομικής απορρόφησης του οίκου Perkin Elmer 3300.

#### **2.1.4.10 Αμμωνιακό και νιτρικό άζωτο**

Η εκχύλιση γίνεται και για τα αμμωνιακά και για τα νιτρικά ιόντα με τον ίδιο τρόπο.

Εκχύλιση N

- Σε πλαστικά μπουκάλια των 100 mL ζυγίζονται 2 g εδάφους (ακριβώς καταγεγραμμένα)
- Προστίθενται 20 mL KCl
- Ανακίνηση στον ανακινητήρα για 1 ώρα
- Διήθηση με αργό διηθητικό χαρτί σε πλαστικά δοχεία
- Παραλαβή εκχυλίσματος και τοποθέτησή του στο ψυγείο

Κατόπιν σε αυτό το εκχύλισμα γίνεται μέτρηση του αμμωνιακού αζώτου:

#### **Αντιδραστήρια για μέτρηση $\text{NH}_4\text{-N}$**

##### Stock solution $\text{NH}_4\text{-N}$

Δημιουργούμε διάλυμα  $100 \text{ mg N L}^{-1}$  διαλύοντας 0,4716 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (ή 0,3818 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) σε 1000 mL ή (0,3818 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Από αυτό το διάλυμα λαμβάνουμε 1 mL και το αραιώνουμε σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL. Έτσι δημιουργούμε διάλυμα  $2 \text{ mg NH}_4\text{-N L}^{-1}$  (2 ppm N).

##### Αντιδραστήριο Δ1:

Sodium salicylate  $\text{NaC}_7\text{H}_5\text{O}_3$  – Sodium nitroprusside  $\text{N}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (S.S.). Διαλύουμε 78,13 g σαλικυλικού νατρίου και 1,25 g νιτροπρουσσικού νατρίου σε φιάλη 1 L (το φυλάσσω σε σκοτεινή φιάλη και σε ψυγείο).

#### Αντιδραστήριο Δ2

Buffered hypochlorite. Διαλύουμε 6,62 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  και 2,96 g NaOH και τα θερμαίνω για να διαλυθούν σε 80 mL νερό. Όταν διαλυθούν προσθέτω και 10 mL πυκνό NaOCl και συμπληρώνω μέχρι τη χαραγή σε φιάλη 100 mL. Το διάλυμα αυτό πρέπει να έχει pH ίσο με 13 (αν όχι, η τιμή ρυθμίζεται με NaOH). Το διάλυμα αυτό γίνεται την ημέρα της ανάλυσης και δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με τον αέρα ή με πλαστικό σκεύος.

#### Αντιδραστήριο EDTA

Διαλύω 60 g  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  σε φιάλη 1000 mL με νερό. Φυλάσσεται στο ψυγείο.

#### Ανάπτυξη πράσινου χρώματος για μέτρηση $\text{NH}_4\text{-N}$

- Σε ογκομετρικές φιάλες των 25 mL μεταφέρονται προσεκτικά 5 mL εκχυλίσματος με την βοήθεια αυτόματης πιπέτας.
- Προστίθενται 1 mL αντιδραστήριο EDTA με την αυτόματη πιπέτα.
- Προσθήκη 4 mL αντιδραστηρίου Δ1.
- Προσθήκη 2 mL αντιδραστήριο Δ2 (όχι με σταγονόμετρο, αλλά με τη βοήθεια γυάλινου δοσομετρητή).
- Στο διάλυμα της κάθε ογκομετρικής προσθέτω προσεκτικά με τη βοήθεια σταγονόμετρου απιονισμένο νερό έως την ένδειξη της χαραγής.
- Τέλος πωματίζουμε και πραγματοποιούμε ανακίνηση.
- Αναμονή για 30 λεπτά σε θερμοθάλαμο στους  $37\text{ }^\circ\text{C}$  ώστε να αναπτυχθεί χρώμα.

#### Δημιουργία standard για καμπύλη βαθμολόγησης για μέτρηση $\text{NH}_4\text{-N}$

Σε 6 ογκομετρικές φιάλες των 25 mL αναπτύσσεται χρώμα σε διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης με σκοπό τη χάραξη καμπύλης βαθμολόγησης με την εξής διαδικασία:

- Σε ογκομετρικές φιάλες των 25 mL μεταφέρονται 4 mL αντιδραστήριο EDTA.
- Προστίθενται 5 mL KCl 2 M.

- Προστίθενται 4 mL αντιδραστήριο Δ1.
- Προστίθενται 2 mL αντιδραστήριο Δ2 με την βοήθεια γυάλινου δοσομετρητή.
- Προστίθενται 0, 1, 2, 3, 5, 10 mL διαλύματος 2 ppm N διαδοχικά στις έξι φιάλες. Έτσι δημιουργούνται πρότυπα διαλύματα με συγκέντρωση 0, 0,08, 0,16, 0,24, 0,40, 0,80 αντίστοιχα.
- Συμπληρώνονται οι φιάλες μέχρι τη χαραγή με νερό και πωματίζουμε.
- Ανακίνηση των φιαλών για ομογενοποίηση
- Αναμονή για 30 λεπτά σε θερμοθάλαμο στους 37 °C ώστε να αναπτυχθεί το χρώμα.

#### **Αναλυτική μέτρηση στο φασματοφωτόμετρο**

Το διάλυμα αμμωνιακών (και το άγνωστο και το πρότυπο γνωστής συγκέντρωσης) στο οποίο αναπτύχθηκε χρώμα, μετράται στο φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 667 nm. Στις κυψελίδες κρυστάλλου χαλαζία που έχει το φασματοφωτόμετρο, τοποθετούνται αφενός τα standard και αφ ετέρου τα γνωστά διαλύματα με σκοπό την καταγραφή των αποτελεσμάτων του οργάνου ώστε να γίνει ο σχηματισμός καμπύλης βαθμολόγησης.

Οι υπολογισμοί των αποτελεσμάτων έγιναν με τον εξής τύπο:

Αμμωνιακό N ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) = (mL διαλύματος εκχύλισης \* mL ογκομετρικής φιάλης/mL διηθήματος στην ογκομετρική φιάλη) \* (A/B)

όπου A= ppm N στο εκχύλισμα (αυτό που μετράμε στο φασματοφωτόμετρο) και B = βάρος εδάφους σε g.

Δηλαδή εδώ:  $\text{NH}_4\text{-N (mg kg}^{-1}\text{ εδάφους)} = (40 * 25 / 5) * (A/B) \Rightarrow$

ή

$\text{NH}_4\text{-N (mg kg}^{-1}\text{)} = 200 \times (A/B)$

## **2.2 Φυλλοδιαγνωστικές μέθοδοι ανάλυσης**

### **Προετοιμασία και εκχύλιση φυτομάζας**

Το φυτικό υλικό πλένεται με απιονισμένο νερό, τοποθετείται σε χάρτινες σακούλες σε φούρνο στους 70 °C μέχρι τη μη περαιτέρω απώλεια βάρους (τυπικά, για 2-3 μέρες), και κονιορτοποιείται σε μύλο άλεσης. Το κονιορτοποιημένο δείγμα τοποθετείται σε πλαστικές σακούλες και αποθηκεύεται για τις εκχυλίσεις. Η

διαδικασία της εκχύλισης με αποτέφρωση γίνεται για να μετρήσουμε (από το ίδιο εκχύλισμα) όλα τα μη πτητικά συστατικά (πτητικά είναι ο C και το N).

#### Διαδικασία αποτέφρωσης φυτικού ιστού

- **Σκοπός:** Η καταστροφή της οργανικής ουσίας των φυτικών ιστών ή άλλου βιολογικού δείγματος με καύση σε υψηλή θερμοκρασία.
- **Αντιδραστήρια:** HCl 20% v/v. Διαλύονται 20 mL πυκνό HCl σε αποσταγμένο νερό ανά 100 mL τελικού διαλύματος.
- **Καύση:** Ζυγίζονται 0,5 g από τον κονιορτοποιημένο φυτικό ιστό και τοποθετούνται σε χωνευτήρια πορσελάνης για να καούν σε ηλεκτρικό φούρνο σε θερμοκρασία 500 °C για 4 ώρες.
- **Εκχύλιση:** Όταν κρυώσουν οι κάψες αποτέφρωσης, παραλαμβάνεται η τέφρα του φυτικού ιστού με 20 mL 20% HCl και διηθείται από διηθητικό χαρτί σε ογκομετρικές φιάλες των 100 mL. Το εκχύλισμα αυτό θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση P και των ανόργανων κατιόντων στοιχείων.
- **Αραιώση:** Κατόπιν τα εκχυλίσματα αραιώνονται κατά 100 φορές για τη μέτρηση των μακροστοιχείων (Ca, Mg), κατά 20 φορές για τη μέτρηση του K, ενώ το «πυκνό» εκχύλισμα χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των ιχνοστοιχείων όπως B, Mn, Fe, Cu και Zn.

#### Μέτρηση φωσφόρου στο φυτό

Η μέτρηση γίνεται, όπως στο εκχύλισμα του εδάφους, με την ανάπτυξη κυανού χρώματος. Χρησιμοποιούμε το αραιωμένο κατά 100 φορές εκχύλισμα. Το αποτέλεσμα δίνεται από τον τύπο:

$P \text{ (mg kg}^{-1} \text{ φυτού)} = (\text{mL ογκομετρικής φιάλης διήθησης} * \text{φορές αραιώση εκχυλίσματος}) * (A/B)$ . Όπου A= ppm P στο εκχύλισμα (αυτό που μετράμε στο φασματοφωτόμετρο) και B = βάρος φυτού σε g για την αποτέφρωση.

Εδώ,  $P \text{ (mg kg}^{-1} \text{ φυτού)} = 10\,000 * (A/B)$ .

#### Ιχνοστοιχεία

Στα φυτικά δείγματα ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του ολικού χρωμίου έγινε με τη μέθοδο της ξηρής καύσης (Dry Ashing Procedure) και η μέτρηση έγινε με

τη βοήθεια φασματομέτρου ατομικής απορρόφησης του οίκου Perkin Elmer 3300. Ο τελικός τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ιχνοστοιχείων είναι:

$M = (\text{mL ογκομετρικής φιάλης διήθησης}) * (A/B)$ , όπου M είναι κατά περίπτωση το Ni, το Mn, ο Zn και ο Cu, A= ppm μετάλλου στο εκχύλισμα (αυτό που μετράμε στην ατομική απορρόφηση) και B = βάρος φυτού σε g για την αποτέφρωση.

Εδώ,  $M (\text{mg kg}^{-1} \text{ φυτού}) = 100 * (A/B)$ .

### **2.3 Μετρήσεις στοιχείων παραγωγής**

Στις περισσότερες καλλιέργειες, η παραγωγή στα διάφορα σημεία του αγρού διαφέρει και αποτελεί συχνά τη βάση για την εφαρμογή συστήματος γεωργίας ακριβείας. Η μέτρηση και χαρτογράφηση της παραγωγής πραγματοποιήθηκε νωρίς το φθινόπωρο κατά τη διάρκεια της συγκομιδής.

Η συγκομιδή των σταφυλιών έγινε με το χέρι. Τα σταφύλια τοποθετούνταν από τους εργάτες σε πλαστικές κλούβες χωρητικότητας 11 - 13 κιλών που ήταν τοποθετημένες κατά μήκος των γραμμών. Οι κλούβες αφήνονταν από τους εργάτες κατά μήκος των γραμμών ακριβώς στο σημείο στο οποίο γέμιζε η κάθε μια. Πριν απομακρυνθούν οι γεμάτες κλούβες από τον αμπελώνα, πραγματοποιήθηκε καταγραφή της θέσης κάθε γεμάτης κλούβας στον αμπελώνα. Για τον υπολογισμό του μέσου όρου βάρους κάθε κλούβας πάρθηκαν δειγματοληπτικά κατά τη συγκομιδή 10 γεμάτες κλούβες και ζυγίστηκαν χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικό ζυγό τοποθετημένο σε ειδική κατασκευή ώστε να υπολογιστεί το μέσο βάρος κλούβας και έμμεσα να υπολογιστεί η παραγωγή καρπών ανά θέση για τις ανάγκες της χαρτογράφησης της παραγωγής.

### **2.4 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών**

#### **2.4.1 Δειγματοληψία**

Ο αριθμός των δειγμάτων σταφυλιών που πάρθηκαν ήταν 118 τα οποία τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν σε θάλαμο ψυχρής συντήρησης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και ακολούθησε εφαρμογή του πλέγματος 17 m x 27 m (32 κελιά) σε κάθε μια από τις μετρήσεις και υπολογισμός του μέσου όρου των μετρήσεων για κάθε κελί. Οι παράμετροι των ποιοτικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν ήταν τα διαλυτά στερεά συστατικά ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), η ολική οξύτητα, το χρώμα, το μέγεθος, ο αριθμός και το βάρος των εμπορεύσιμων ραγών ανά βότρυ και το ποσοστό της ξηρής μάζας της ράγας.

## 2.4.2 Προσδιορισμός του χρώματος

Το χρώμα του φλοιού μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta (μοντέλο CR-400, Konica Minolta Optics Inc, Japan). Πάρθηκαν 10 μετρήσεις σε δέκα διαφορετικές ράγες και καταγράφηκε ο μέσος όρος αυτών. Από τις παραμέτρους  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , οι  $a^*$  και  $b^*$  χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των χρωματικών παραμέτρων  $C^*$  και  $h^\circ$  (McGuire, 1992). Το  $L^*$  έχει κλίμακα από το 0-100, όπου  $L^*=0$  είναι το μαύρο και  $L^*=100$  το άσπρο. Όσο πιο μεγάλο είναι το  $L^*$  τόσο πιο φωτεινό είναι το χρώμα του καρπού. Τα  $a^*$  και  $b^*$  είναι συνισταμένες που τοποθετούν το χρώμα σε ένα νοητό οριζόντιο άξονα κάθετο στο  $L^*$ . Το άχρωμο ορίζεται από τις συντεταγμένες (0,0) για το  $a^*$  και το  $b^*$ , αντίστοιχα. Αν το  $a^*$  είναι θετικό και όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο κόκκινος είναι ο καρπός, αν είναι αρνητικό και όσο πιο μικρό είναι, τόσο πιο πράσινου - μπλε χρώματος είναι ο καρπός. Το μετρήσιμο χρώμα  $C^*$  δίνεται συναρτήσει των  $a^*$  και  $b^*$  από τον τύπο  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ . Γενικά όσο πιο μεγάλο είναι το  $C^*$ , τόσο πιο καθαρό χρώμα (απομακρύνεται από το γκρι) έχει ο καρπός. Το Hue ( $h^\circ$ ) είναι η απόχρωση που δίνεται από το κλάσμα  $b^*/a^*$ . Το  $h^\circ=0^\circ$  εκφράζει το κόκκινο,  $h^\circ=90^\circ$  εκφράζει το κίτρινο,  $h^\circ=180^\circ$  το πράσινο και  $h^\circ=270^\circ$  το μπλε. Σε συνδυασμό τα  $C^*$  και  $h^\circ$  δίνουν το ακριβές, πραγματικό χρώμα ιδιαίτερα για έγχρωμους καρπούς, όπως τα κόκκινα μήλα (McGuire, 1992). Σε επιτραπέζια κόκκινα σταφύλια χρησιμοποιείται ένας δείκτης ο οποίος επεξηγεί την ποιότητα του χρώματος και ονομάζεται CIRG, Color index of red grapes, και υπολογίζεται από την σχέση  $CIRG = (180 - h^\circ) / (C^* + L^*)$ , (McGuire, 1992). Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται από  $2 < CIRG < 4$  (Carreno et al., 1995).



Εικόνα 2.4 Χρωματόμετρο

## 2.4.3 Εκχύλιση χυμού

Για τη μέτρηση της ογκομετρούμενης οξύτητας και των διαλυτών στερεών συστατικών ο χυμός παραλήφθηκε στύβοντας κατά μέσο όρο 10-15 ράγες από κάθε μεταχείριση με συμπιεστή σκόρδου.

## 2.4.4 Διαλυτά Στερεά Συστατικά (Δ.Σ.Σ.)

Από τον εκχυλισμένο χυμό που προετοιμάστηκε σύμφωνα με την προηγούμενη διαδικασία, μία έως δύο σταγόνες χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των Δ.Σ.Σ. με ψηφιακό διαθλασίμετρο και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε Brix (%). Πριν από κάθε μέτρηση, όπως απαιτείται, γινόταν βαθμονόμηση (μηδενισμός) του οργάνου με απεσταγμένο νερό και μεταξύ δύο μετρήσεων καθαρισμός του με καθαρό πανάκι.

Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα μετρήθηκε ως ολικά διαλυτά στερεά χρησιμοποιώντας ψηφιακό

διαθλασίμετρο (HI 96801, HANNA).



Εικόνα 2.5 Ψηφιακό διαθλασίμετρο

#### 2.4.5 Ογκομετρούμενη οξύτητα

Η ογκομετρούμενη οξύτητα μετρήθηκε με τη χρήση 2 mL από τον εξεταζόμενο χυμό, τα οποία αραιώθηκαν με 18 mL απεσταγμένο νερό. Ο αραιωμένος χυμός εξουδετερώθηκε με NaOH 0,1 N έως ότου η τιμή του pH να φθάσει το 8,2, σύμφωνα με το ηλεκτρονικό πεχάμετρο. Τα mL NaOH που χρειάστηκαν για την εξουδετέρωση όλων των οξέων του χυμού με κατάλληλο υπολογισμό έδωσαν των ογκομετρούμενη οξύτητα. Όπως και στη μέτρηση των Δ.Σ.Σ., οι μετρήσεις αφορούσαν μεταχειρίσεις και όχι κάθε καρπό ξεχωριστά.

#### 2.4.6 Ποσοστό ξηράς ουσίας

Για το ποσοστό της ξηράς ουσίας μετρήθηκε το βάρος 5 ραγών οι οποίες στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο με θερμοκρασία 60 °C για 24 ώρες, εξήχθησαν ξαναμετρώντας το βάρος τους χωρίς την υγρασία.



## 2.5 Μετρήσεις δείκτη βλάστησης NDVI

Η χαρτογράφηση της παραλλακτικότητας των ιδιοτήτων του φυλλώματος (ζωηρότητα, πυκνότητα, χλωροφύλλη κλπ) αποτελεί ευρέως εφαρμοζόμενη πρακτική στην αμπελουργία ακριβείας. Η παραλλακτικότητα της ζωηρότητας της αμπέλου οφείλεται κυρίως στις μεταβολές της διαθεσιμότητας νερού και θρεπτικών (Tardaguila et al., 2011) και επηρεάζει έμμεσα την ποσότητα και την ποιότητα της παραγωγής, διότι μεταβάλλει την κατανομή του ηλιακού φωτός στην κόμη και των προϊόντων της φωτοσύνθεσης μεταξύ των οργάνων της αμπέλου (Hall et al., 2011).



Εικόνα 2.6 Μέτρηση δείκτη βλάστησης NDVI

Στην παρούσα έρευνα, μελετήθηκε ο δείκτης βλάστησης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) για τη χαρτογράφηση της χωρικής παραλλακτικότητας του φυλλώματος των πρέμων ο οποίος μετρήθηκε χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα CropCircle (Holland Scientific, Inc.). Ο συγκεκριμένος αισθητήρας εκπέμπει μια δέσμη φωτός συγκεκριμένου μήκους κύματος και μετρά την ανάκλαση από το φύλλωμα χρησιμοποιώντας αισθητήρες στο ερυθρό και το εγγύς υπέρυθρο μήκος κύματος σύμφωνα με τις τιμές των οποίων είναι δυνατός ο υπολογισμός πλήθους δεικτών (He et al., 2006). Αναλυτικές πληροφορίες για τα μέρη και τη λειτουργία του αισθητήρα CropCircle είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα της εταιρείας (<http://hollandscientific.com>). Ο δείκτης NDVI παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση του φυλλώματος υποδεικνύοντας στην ουσία πόσο πράσινο και πόσο πυκνό είναι το φύλλωμα. Παίρνει τιμές από μείον ένα (για το αμπέλι, η ελάχιστη τιμή βρίσκεται περίπου στο 0,3 που αντιστοιχεί σε αραιό ή/και χλωρωτικό φύλλωμα) έως 1,0 (πολύ πράσινο - ζωηρό φύλλωμα). Η λειτουργία του αισθητήρα βασίζεται στην ανάλυση του φάσματος της φωτεινής ακτινοβολίας. Ο αισθητήρας εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία η οποία αντανακλάται από το φύλλωμα. Δυο αισθητήρες ανιχνεύουν την

ακτινοβολία που αντανακλάται σε δυο συγκεκριμένα μήκη κύματος, το ορατό και το υπεριώδες. Σύμφωνα με τη θεωρία, η χλωροφύλλη του δρυφρακτοειδούς παρεγγύματος στην πάνω επιφάνεια του φύλλου απορροφά την ακτινοβολία που βρίσκεται στο φάσμα του ορατού, ενώ η σπογγώδης δομή του μεσόφυλλου έχει την ιδιότητα να αντανακλά την υπέρυθη ακτινοβολία.

Ο δείκτης NDVI υπολογίζεται ως εξής:

$$NDVI = (NIR - VIS)/(NIR+VIS)$$

Όπου: NIR (Near InfraRed) είναι η αντανάκλαση στο εγγύς υπέρυθρο και VIS (Visible) είναι η αντανάκλαση στο ερυθρό (ορατό) φάσμα.

Συνεπώς η υγιής έντονη βλάστηση παρουσιάζει χαμηλή ανάκλαση στο ορατό και υψηλή στο υπεριώδες και άρα υψηλή τιμή NDVI. Το φύλλωμα της αμπέλου αναπτύσσεται σταδιακά καθ' ύψος στη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, και συνεπώς τα άνω φύλλα είναι πάντοτε τα νεότερα στην κόμη, γεγονός που δημιουργεί ανομοιομορφία στην πυκνότητα του φυλλώματος. Η πλαϊνή κάτω κόμη αναμένεται να δείχνει υψηλότερη τιμή NDVI σε σχέση με την πλάγια άνω κόμη κυρίως κατά τα αρχικά στάδια της βλαστικής περιόδου αφού πρώτα αναπτύσσονται τα φύλλα της βάσης. Καθώς το αμπέλι πλησιάζει προς την ωρίμανση, η έκπτυξη νέων φύλλων (από ταχυφυείς βλαστούς) στο κάτω τμήμα της κόμης σταδιακά σταματά, ενώ συχνά μειώνεται ακόμη περισσότερο λόγω καλλιεργητικών επεμβάσεων όπως το ξεφύλλισμα και η αφαίρεση ταχυφυών βλαστών στο περιβάλλον των σταφυλιών. Αντίθετα, το άνω τμήμα της κόμης συνεχίζει να αναπτύσσεται σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, εφόσον οι διαθέσιμοι πόροι (υδατικοί κλπ.) είναι επαρκείς. Ωστόσο, τόσο το πάνω όσο και το πλάγιο τμήμα του φυλλώματος υπόκεινται σε περιοδική αφαίρεση λόγω εφαρμογής των κορυφολογημάτων (συχνότερα όταν η βλάστηση είναι ζωηρή) τα οποία εξομαλύνουν προσωρινά τις διαφορές στη βλάστηση μεταξύ των σημείων του αμπελώνα (Hall et al., 2011).

Για όλους τους παραπάνω λόγους πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στην πλάγια κόμη σε διαφορετικές χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Έτσι κατά τη διάρκεια του έτους πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις NDVI (6/06, 11/07, 29/07).

Για τις ανάγκες των μετρήσεων κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε μεταλλική βάση η οποία προσαρμόζονταν στο σύστημα πρόσδεσης τριών σημείων του ελκυστήρα (Σχήμα 3.1). Πάνω στη βάση συνδεόταν μια οριζόντια κοιλοδοκός με δυνατότητα οριζόντιας μετακίνησης, πάνω στον οποίο συνδεόταν μια κατακόρυφη

κοιλοδοκός μικρής διατομής με δυνατότητα κατακόρυφης μετακίνησης. Πάνω σε αυτή τη δοκό αναρτιόνταν ο αισθητήρας CropCircle. Με τη συγκεκριμένη κατασκευή παρέχεται η δυνατότητα τοποθέτησης του αισθητήρα στο επιθυμητό ύψος και απόσταση από το φύλλωμα (Σχήμα 3.1). Έτσι τοποθετήθηκε στο πλάι της γραμμής των φυτών σε ύψος 150 cm από το έδαφος και 80 cm από την κόμη του φυτού για την πλάγια άνω κόμη.

Στην κορυφή της δοκού ήταν τοποθετημένη η κεραία GPS (Differential-GPS 106, Trimble Ltd., USA) για τον καθορισμό της θέσης μέτρησης. Το GPS και ο αισθητήρας έστελναν δεδομένα σε καταγραφικό (data logger, Geoscout GLS- 400, Holland Scientific Inc., Lincoln, NE) το οποίο τα αποθήκευε σε κάρτα μνήμης SD. Το καταγραφικό προγραμματίστηκε να λαμβάνει μία μέτρηση ανά δευτερόλεπτο. Συνεπώς εφόσον ο ελκυστήρας, στον οποίον ήταν τοποθετημένος ο αισθητήρας, κινούνταν με σταθερή ταχύτητα 3,5 km/h ή 0,97 m/sec, το σύστημα λάμβανε μία μέτρηση ανά μέτρο.

## **2.6 Μελέτη βελτίωσης ποιότητας των σταφυλιών με τη χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης**

### **Πειραματικός αμπελώνας**

#### **Πειραματικό σχέδιο – Μεταχειρίσεις**

Το συγκεκριμένο πείραμα έγινε με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης του ABA (αμπισισικού οξέος), του Ethephon (αιθυλενίου) και του Prohexadione-Calcium (επιβραδυντής αύξησης, η οποία παρεμβαίνει στο μεταβολισμό των γιββερελλινών) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της αγίγαρτης ποικιλίας ‘Crimson seedless’. Οι ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων, καθώς και την αλλαγή των χαρακτηριστικών των ραγών και της σταφυλής με σκοπό τη δημιουργία «νέων προϊόντων», διαφορετικών από τα αρχικά. Το πείραμα έγινε με σκοπό την εξαγωγή αποτελεσμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ουσιών αυτών σε αγίγαρτη ποικιλία. Στο πείραμα επίσης εκτιμήθηκαν τα επίπεδα των φαινολικών και των ανθοκυανών των κυττάρων μετά το ψεκασμό με τους τρεις ρυθμιστές της ανάπτυξης όπως επίσης και τα επίπεδα του χρώματος, των διαλυτών στερεών συστατικών, της οξύτητας, το ποσοστό της ξηρής ουσίας αλλά και του μεγέθους των ραγών των σταφυλιών με σκοπό την εύρεση τυχόν βελτιώσεων στην ποιότητα. Το αιθυλένιο αν και σαν ουσία το ethephon έχει πολύ

καλά αποτελέσματα, σε κάποιες περιπτώσεις σε ποικιλίες ευαίσθητες σε καθολικούς ψεκασμούς η χρήση της πρέπει να γίνεται με πολύ προσοχή. Σε αυτές τις περιπτώσεις το αμπισικό οξύ μπορεί να βοηθήσει αλλά και να θεωρηθεί ένας καλός αντικαταστάτης.

Επίσης ελέγχθηκε και η συντηρησιμότητα των ποιοτικών χαρακτηριστικών των μεταχειρίσεων τα οποία μετρήθηκαν 30 ημέρες μετά τη συγκομιδή (πλην φαινολικών και ανθοκυανών), αφού πρώτα συντηρήθηκαν στους 2°C και 95% ΣΥ (Crisosto & Mitchell, 2000). Κατά την τοποθέτηση των σταφυλιών στη συσκευασία χρησιμοποιήθηκαν προστατευτικά χαρτιά ("συντηρητικά"), τα οποία εκλύουν διοξείδιο του θείου προστατεύοντας με αυτό τον τρόπο τα συσκευασμένα σταφύλια από προσβολές του Βοτρύτη. Η ενεργή ουσία σε αυτά τα χαρτιά είναι μεταδιθειώδες νάτριο (sodium metabisulfite).

Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να καθοριστεί αν η μετά τη συγκομιδή ποιότητα των σταφυλιών που έχουν μεταχειριστεί με συγκεντρώσεις 200  $\mu\text{L L}^{-1}$  ABA διέφερε από εκείνη των σταφυλιών που είχαν μεταχειριστεί με ethephon, μια στάνταρ εμπορική πρακτική, ή από εκείνη την μεταχείριση που δέχθηκε Prohexadione-Calcium (Pro-Ca) σε σχέση με την ποιότητα των σταφυλιών που δεν είχαν μεταχειριστεί με κανένα ρυθμιστή ανάπτυξης.

## **Σχεδιασμός και περιγραφή πειράματος**

### **Γενικά**

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το 2013. Ο αμπελώνας στον οποίο έλαβε χώρα είναι στην Ροδιά Τυρνάβου. Τα φυτά ήταν ηλικίας 6 ετών, διαμορφωμένα σε γραμμωτό σχήμα τύπου λύρας V με B-N προσανατολισμό. Το υποκείμενο στο οποίο είναι εμβολιασμένα είναι το 1103P. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 2,85 μέτρα μεταξύ των γραμμών και 1,2 μέτρα επί των γραμμών. Ο τύπος του εδάφους είναι πηλοαμμώδες με pH 7,5. Έγιναν 6 επεμβάσεις των 3 επαναλήψεων. Οι διαφορετικές επεμβάσεις σημάνθηκαν ως 1, 2, 3, 4, 5, 6. Η επέμβαση 1 αποτελούσε το μάρτυρα, στην επέμβαση 2 εφαρμόστηκε μόνο δακτυλίωση του πρέμνου σε βάθος 2-4 mm, στην επέμβαση 3 εφαρμόστηκε χρήση του Ethephon και δακτυλίωση, στην επέμβαση 4 εφαρμόστηκε ABA και δακτυλίωση, στην επέμβαση 5 εφαρμόστηκε

Ethephon με ABA και με δακτυλίωση. Και στην επέμβαση 6 εφαρμόστηκε Prohexadione-calcium μαζί με δακτυλίωση.

### Στάδια πειράματος

Η εφαρμογή των χημικών και της δακτυλίωσης έγινε τη Δευτέρα 29 Ιουλίου 2013, κατά το στάδιο του περκασμού.

-Τα φυτά της επέμβασης (1) αποτελούσαν το μάρτυρα.

-Στα φυτά της επέμβασης (2) πραγματοποιήθηκε μόνο δακτυλίωση.

- Τα φυτά της επέμβασης (3) δέχθηκαν ψεκασμό με διάλυμα Ethephon. Η συγκέντρωση της δόσης ήταν 1680 ppm από το εμπορικό σκεύασμα Ethrel 48SL σε υγρή μορφή της εταιρείας Bayer CropScience. Στο ψεκαστικό διάλυμα προστέθηκαν επίσης 3 ml προσκολλητικού σε 16lt νερού. Ο ψεκασμός έγινε με ψεκαστήρα χαμηλής πίεσης με κατευθυνόμενο ψεκασμό στην καρποφόρα ζώνη με μη αποφυγή της μερικής διαβροχής των γύρω φύλλων. Επίσης πραγματοποιήθηκε δακτυλίωση την ίδια ημέρα.

- Τα φυτά της επέμβασης (4) δέχθηκαν ψεκασμό με ABA συγκέντρωσης 200 ppm από το εμπορικό σκεύασμα. Χρησιμοποιήθηκε το εμπορικό σκεύασμα Protone SL σε υγρή μορφή και συγκέντρωση 10% ABA της εταιρείας Valent BioSciences. Στο ψεκαστικό διάλυμα προστέθηκαν επίσης 3 ml προσκολλητικού σε 16lt νερού. Ο ψεκασμός έγινε με ψεκαστήρα χαμηλής



Εικόνα 2.7 Εμπορικό προϊόν Ethrel 48SL της εταιρείας Bayer CropScience SA.



Εικόνα 2.8 Εμπορικό προϊόν Protone SL της εταιρείας Valent BioSciences.

πίεσης κατευθυνόμενο στην καρποφόρα ζώνη με μη αποφυγή της μερικής διαβροχής των γύρω φύλλων. Επίσης πραγματοποιήθηκε δακτυλίωση την ίδια ημέρα.

- Τα φυτά της επέμβασης (5) δέχθηκαν ψεκάσμο με διάλυμα αιθυλενίου (Ethephon) και αμπισσικού οξέος (ABA). Η συγκέντρωση της δόσης του αιθυλενίου ήταν 1680 ppm εμπορικού σκευάσματος και η συγκέντρωση της δόσης του αμπισσικού οξέος ήταν 200 ppm εμπορικού σκευάσματος. Στο ψεκαστικό διάλυμα προστέθηκαν επίσης 3 ml προσκολλητικού. Ο ψεκάσμος έγινε με ψεκαστήρα χαμηλής πίεσης με κατευθυνόμενο ψεκάσμο στην καρποφόρα ζώνη με μη αποφυγή της μερικής διαβροχής των γύρω φύλλων. Επίσης πραγματοποιήθηκε δακτυλίωση.

- Τα φυτά της επέμβασης (6) δέχθηκαν ψεκάσμο με prohexadione-calcium συγκέντρωσης 350 ppm εμπορικού σκευάσματος. Χρησιμοποιήθηκε ο επιβραδυντής αύξεσης με το εμπορικό όνομα Regalis



10 WG σε υγρή μορφή και συγκέντρωση 10% της Εικόνα 2.9 Εμπορικό προϊόν Regallis 10 WG της εταιρείας Basf, The Chemical Company.

εταιρείας BASF, The Chemical Company. Στο ψεκαστικό διάλυμα προστέθηκαν επίσης 3 ml προσκολλητικού. Ο ψεκάσμος έγινε με ψεκαστήρα χαμηλής πίεσης με κατευθυνόμενο στην καρποφόρα ζώνη με μη αποφυγή της μερικής διαβροχής των γύρω φύλλων. Επίσης πραγματοποιήθηκε δακτυλίωση.

Η συγκομιδή των σταφυλιών της κάθε μεταχείρισης έγινε κανονικά την ημέρα της συγκομιδής ολόκληρου του αμπελώνα, και η ποιότητα των σταφυλιών μετρήθηκε τις επόμενες 1-4 ημέρες και μετά από 1 μήνα συντήρησης στους 2°C και 95% ΣΥ. Κατά την τοποθέτηση των σταφυλιών στη συσκευασία χρησιμοποιήθηκαν προστατευτικά χαρτιά ("συντηρητικά"), τα οποία έχουν την ικανότητα να εκλύουν διοξείδιο του θείου. Επίσης ελέγχθηκε και η συντηρησιμότητα των ποιοτικών

χαρακτηριστικών των μεταχειρίσεων τα οποία μετρήθηκαν 30 ημέρες μετά τη συγκομιδή.

### **2.6.1 Μέθοδος μέτρησης ανθοκυανών σε κόκκινα σταφύλια**

Η μέθοδος αναπτύχθηκε για μέτρηση των ανθοκυανών σε σταφύλια 'Crimson Seedless'. Παρασκευάζουμε οξινισμένη αιθανόλη ως εξής. Απαιτείται διάλυμα αιθανόλης 95% με 2% HCl. Σε 946 mL 95% αιθανόλης προσθέτω 54 mL πυκνό (37%) HCl.

Ετοιμάζω σωλήνες φυγοκέντρου με 10 mL της ανωτέρω οξινισμένης αιθανόλης και παίρνω απόβαρο. Από ένα αριθμό ραγών αφαιρώ προσεκτικά το φλοιό, τον τεμαχίζω γρήγορα και τον εμβαπτίζω στην οξινισμένη αιθανόλη. Προσθέτω με αυτό τον τρόπο 5 g φλοιού σταφυλιού. Ομογενοποιώ σε πορσελάνινο γουδί και μετά επανειλημμένα και με προσοχή ομογενοποιώ σε ομογενοποιητή Ultra Turrax. Δημιουργώ δυάδες από σωλήνες με προσθήκη μικροποσοτήτων οξινισμένης αιθανόλης και φυγοκεντρώ στις 4000 rpm για 10 min. Λαμβάνω το υπερκείμενο υγρό (εκχύλισμα) για τη μέτρηση της απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο. Μετά από δοκιμές για φλοιό σταφυλιού βρέθηκε ότι το καλύτερο μήκος κύματος για την απορρόφηση των ανθοκυανών στα σταφύλια Crimson είναι τα **534 nm**. Στο φασματοφωτόμετρο βάζω blank οξινισμένη αιθανόλη και, ανάλογα το φασματοφωτόμετρο είτε μηδενίζω με το blank, είτε κρατώ την τιμή του για να την προσθέσω ή αφαιρέσω στην τελική μέτρηση των ανθοκυανών. Οι ανθοκυάνες εκφράζονται με μονάδες απορρόφησης ανά g φλοιού σταφυλιών.

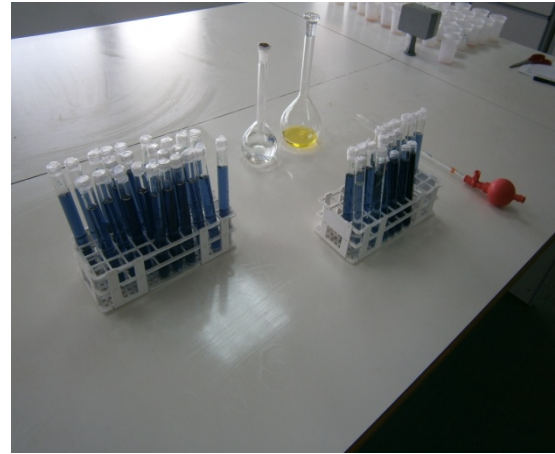
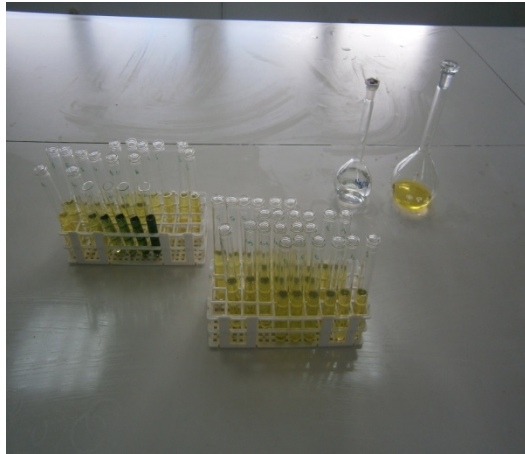
Αν απαιτούνται αραιώσεις (η απορρόφηση του δείγματος ανώτερη του 0,8, τότε αραιώνω με οξινισμένη αιθανόλη.

### **2.6.2 Προσδιορισμός συνολικών φαινολικών σε χυμό φρούτου**

Παρασκευή αραιού διαλύματος Folin-Ciocalteu: προσθέτω 25 mL FC εμπορίου σε 225 mL νερό (αραιώση 1:10). Χρήση μόνο την ημέρα παρασκευής.

Παρασκευή διαλύματος  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (0,075 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  /mL): προσθέτω 75 g άνυδρο  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  σε 925 mL νερού. Διατήρηση στο ράφι.





Εικόνα 2.10 Μέτρηση ολικών φαινολικών στην επιτραπέζια ποικιλία σταφυλιών Crimson Seedless.

Καμπύλη αναφοράς γαλλικού οξέος: Για παρασκευή stock διαλύματος προσθέτω 0,5 g ξηρό γαλλικό οξύ σε 100 mL νερού (5 mg gallic / mL ή 500 mg%). Θερμαίνω και αναμιγνύω στο stirrer έως ότου διαλυθεί πλήρως. Διατηρώ στο ψυγείο για λίγες εβδομάδες.

Δημιουργώ τις ακόλουθες αραιώσεις σε πλαστικές ογκομετρικές:

Τελ. συγκέντρωση (mg%)	Προσθέτω --- mL stock	Και ---- mL νερού
2,5	0,25	50
5	0,5	49,5
7,5	0,75	49,25
10	1	49
15	1,5	48,5
20	2	48
30	3	47
40	4	46

**Ανάλυση:** Εκχύμωση με συμπίεση αποφλοιωμένων κομματιών από τους 4 καρπούς της επανάληψης μέσα από τυρόπανο. Σε 18 mL νερού προσθέτω 2 mL χυμού (1/10 αραιώση χυμού). Μεταφέρω 2 mL της ανωτέρω αραιώσης του χυμού ή από τις ανωτέρω αραιώσεις του standard γαλλικού οξέος σε γυάλινο screw cap σωλήνα και προσθέτω 2 mL νερού. Για blank δημιουργώ σωλήνα με 2+2 mL νερού. Σε 2 λεπτά προσθέτω 10 mL αραιό FC διάλυμα, ανακατεύω σε Vortex ή καλύπτω με Parafilm και ανακατεύω. Μετά από 30 s – 8 min, προσθέτω 8 ml διαλύματος Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ανακατεύω σε Vortex ή καλύπτω με Parafilm και ανακατεύω. Αφήνω για μία ώρα στους 30 °C. Τοποθετώ στους 5 °C για 30 min – 1 hr. Αφήνω να σταθεί σε θερμοκρασία δωματίου για 5-10 min και μετρώ απορρόφηση στα 760 nm.



# Κεφάλαιο 3

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

**3.1 Επίδραση των μεταχειρίσεων με Ethephon, ABA, Pro-Ca και χαραγή στην ποιότητα σταφυλιών ‘Crimson seedless’ αμέσως μετά την εμπορική συγκομιδή και μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης**

**3.1.1 Επίδραση των μεταχειρίσεων σε διαλυτά στερεά συστατικά, σε ογκομετρούμενη οξύτητα και συγκέντρωση ολικών φαινολικών**

Τα διαλυτά στερεά συστατικά της ράγας σε όλες τις μεταχειρίσεις, τόσο σε αυτά που μετρήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή όσο και σε αυτά μετά από 30 ημέρες συντήρησης, ήταν παρόμοια (Πίν. 4.12). Η ογκομετρούμενη οξύτητα της ράγας ήταν επίσης παρόμοια σε όλες τις μεταχειρίσεις είτε οι μετρήσεις έγιναν αμέσως μετά τη συγκομιδή είτε μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης (Πίν. 4.12). Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών της ράγας σε όλες τις μεταχειρίσεις ήταν παρόμοια στα σταφύλια που μετρήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή αλλά και σε αυτά που μετρήθηκαν μετά από 30 ημέρες συντήρησης (Πίν. 4.12).

Πίνακας 3.1 Μεταβολές των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), της ογκομετρούμενης οξύτητας (ΟΟ) και της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών του χυμού των σταφυλιών ‘Crimson seedless’ αμέσως μετά τη συγκομιδή και μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης, αφού είχαν εφαρμοστεί στο στάδιο του περκασμού νερό (Control), χαραγή (Girdling), Ethephon, ABA, συνδυασμό των Ethephon+ABA ή Pro-Ca.

Χρόνος	Μεταχείριση	ΔΣΣ (%)	ΟΟ (%)	Ολικά φαινολικά (mg gallic acid/100 mL)
<b>Συγκομιδή</b>	Control	19,7	0,66	124,9
	Girdling	19,9	0,64	123,3
	Ethephon	20,8	0,62	123,3
	ABA	19,8	0,60	120,8
	Eth+ABA	20,4	0,68	124,2
	Pro-Ca	20,5	0,66	119,6
<b>30 ημέρες συντήρηση</b>	Control	18,9	0,61	-
	Girdling	19,6	0,62	-
	Ethephon	20,2	0,65	-
	ABA	20,5	0,64	-
	Eth+ABA	19,7	0,63	-
	Pro-Ca	19,9	0,64	-
<b>Σημαντικότητα</b>				
Χρόνος		NS	NS	-
Μεταχείριση		NS	NS	NS
EΣΔ <sub>0,05</sub>		1,1	0,06	7,4

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

### 3.1.2 Επίδραση των μεταχειρίσεων στο χρώμα φλοιού και στις ανθοκύανες

Η παράμετρος  $L^*$  του χρώματος της ράγας δεν άλλαξε μετά από 30 ημέρες συντήρησης σε σχέση με την αρχική τιμή της (Πίν. 4.13). Γενικά, οι ράγες του μάρτυρα είχαν τη υψηλότερη τιμή  $L^*$  και οι ράγες της μεταχείρισης με etherphon είχαν τη χαμηλότερη τιμή  $L^*$ . Στη συγκομιδή, οι ράγες από τις μεταχειρίσεις ABA, Eth+ABA, Pro-Ca και χαραγή είχαν υψηλότερες τιμές  $L^*$  από τις ράγες της μεταχείρισης με Etherphon και ελαφρά χαμηλότερες από το μάρτυρα (Πίν. 4.13). Μετά τη συντήρηση οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων μειώθηκαν, αλλά οι ράγες από τις μεταχειρίσεις με Etherphon είχαν ελαφρά χαμηλότερες τιμές  $L^*$  από τις ράγες από τις άλλες μεταχειρίσεις.

Το Chroma της ράγας σε όλες τις μεταχειρίσεις, τόσο στα σταφύλια που μετρήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή όσο και σε αυτά μετά από 30 ημέρες συντήρησης, είχε παρόμοιες τιμές (Πίν. 4.13).

Η γωνία Hue δεν άλλαξε κατά τη συντήρηση για 30 ημέρες (Πίν. 4.13). Ακόμα οι ράγες των σταφυλιών που δέχθηκαν Etherphon είχαν σημαντικά μικρότερες τιμές Hue από το μάρτυρα και όλες τις άλλες μεταχειρίσεις αμέσως μετά τη συγκομιδή όσο και μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης. Οι μεταχειρίσεις με ABA είχαν ράγες με ελαφρά υψηλότερες τιμές από τις ράγες των σταφυλιών που δέχθηκαν μόνο Etherphon, ενώ οι ράγες των άλλων μεταχειρίσεων είχαν σημαντικά υψηλότερες τιμές Hue από τις ράγες που δέχθηκαν Etherphon και συχνά παρόμοιες τιμές Hue με το μάρτυρα (Πίν. 4.13).

Οι ανθοκύανες εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στις ράγες του μάρτυρα, σε αυτές μετά από μεταχείριση με Pro-Ca και σε αυτές μετά από χαραγή του πρέμνου από τις ράγες που δέχθηκαν μεταχείριση ABA στην καρποφόρα ζώνη, όταν μετρήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή (Πίν. 4.13). Οι ράγες που δέχθηκαν μεταχείριση με Etherphon είχαν τις υψηλότερες τιμές σε ανθοκύανες (Εικ. 4.1), ενώ ενδιάμεσες τιμές είχαν οι ράγες μετά από μεταχείριση με EthABA. Στις ανθοκύανες δεν έγινε μέτρηση μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης.



Εικόνα 3.1 Σύγκριση μεταξύ των εφαρμογών Ethephon και ABA. Εμφανώς καλύτερος ο χρωματισμός ράγας στην πρώτη εφαρμογή κυρίως λόγω υψηλής δόσης εφαρμογής.

Πίνακας 3.2 Μεταβολές των παραμέτρων χρώματος L\*, Chroma, της γωνίας Hue και των ανθοκυανών των σταφυλιών 'Crimson seedless' αμέσως μετά τη συγκομιδή και μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης, αφού είχαν εφαρμοστεί στο στάδιο του περκασιμού νερό (Control), χαραγή (Girdling), Ethephon, ABA, συνδυασμό των Ethephon+ABA ή Pro-Ca.

Χρόνος	Μεταχείριση	L*	Chroma	Hue (°)	Anthcnns (ΔAbs/g)
<b>Συγκομιδή</b>	Control	36,5a	10,5	59,1a	0,70c
	Girdling	35,7ab	9,8	56,7ab	1,24c
	Ethephon	30,5c	9,5	23,4c	7,53a
	ABA	34,2ab	10,7	41,0bc	4,69b
	Eth+ABA	34,4ab	10,0	41,6bc	4,33b
	Pro-Ca	35,4ab	10,6	52,8ab	1,04c
<b>30 ημέρες συντήρηση</b>	Control	35,6ab	10,8	50,2ab	-
	Girdling	35,9ab	10,4	52,7ab	-
	Ethephon	30,9bc	10,3	24,4c	-
	ABA	34,5ab	9,9	43,5b	-
	Eth+ABA	33,3b	10,4	40,6bc	-
	Pro-Ca	34,7ab	11,4	43,1bc	-
<b>Σημαντικότητα</b>					
Χρόνος		NS	NS	NS	
Μεταχείριση		***	NS	***	***
EΣΔ <sub>0,05</sub>		2,4	1,0	11,5	1,1

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

### 3.1.3 Επίδραση των μεταχειρίσεων της μέσης τιμής του βάρους της ράγας, του μήκους και του πλάτους της ράγας

Η μέση τιμή του βάρους της ράγας ενός βότρυ ήταν παρόμοια σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 4.14). Ιδιαίτερα βρέθηκε ότι η μεταχείριση με EthABA είχε υψηλότερες τιμές μέσου βάρους ράγας μετά από 30 ημέρες συντήρησης από αυτή της μεταχείρισης με δακτυλίωση ή Pro-Ca όταν η μέτρηση έγινε αμέσως μετά τη συγκομιδή. Όλες οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις εμφάνισαν ενδιάμεσες τιμές

Το μήκος και το πλάτος της ράγας σε όλες τις μεταχειρίσεις, τόσο σε αυτά που μετρήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή όσο και σε αυτά μετά από 30 ημέρες συντήρησης, ήταν παρόμοιο (Πίν. 4.14).

Πίνακας 3.3 Μεταβολές της μέσης τιμής του βάρους της ράγας ενός βότρυ (AllBrMs), του μήκους (BrLength) και πλάτους (BrWidth) της ράγας των σταφυλιών 'Crimson seedless' αμέσως μετά τη συγκομιδή και μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης, αφού είχαν εφαρμοστεί στο στάδιο του περκασμού νερό (Control), χαραγή (Girdling), Ethephon, ABA, συνδυασμό των Ethephon+ABA ή Pro-Ca.

Χρόνος	Μεταχείριση	AllBrMs (g)	BrLength (mm)	BrWidth (mm)
<b>Συγκομιδή</b>	Control	4,26ab	25,0	17,11
	Girdling	4,18b	24,7	17,93
	Ethephon	4,48ab	24,7	18,08
	ABA	4,38ab	24,2	17,51
	Eth+ABA	4,56ab	24,8	17,73
	Pro-Ca	4,18b	23,9	17,59
<b>30 ημέρες συντήρηση</b>	Control	4,68ab	24,2	17,14
	Girdling	4,44ab	24,0	17,51
	Ethephon	4,63ab	24,7	17,72
	ABA	4,37ab	23,2	17,09
	Eth+ABA	4,81a	23,2	17,13
	Pro-Ca	4,55ab	24,1	18,05
<b>Σημαντικότητα</b>				
Χρόνος		*	NS	NS
Μεταχείριση		NS	NS	NS
EΣΔ <sub>0,05</sub>		0,63	2,0	1,05

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05

### **3.1.4 Επίδραση των μεταχειρίσεων στο βάρος της ράγας ανά γραμμάριο νωπού βοστρύχου, ο αριθμός των ραγών ανά γραμμάριο νωπής μάζας βοστρύχου, το ποσοστό νερού του βοστρύχου και το ποσοστό ξηρής ουσίας των ραγών**

Το βάρος των ραγών ανά γραμμάριο νωπού βοστρύχου ήταν μικρότερο μετά από 30 ημέρες συντήρησης σε σχέση με το βάρος ραγών στη συγκομιδή λόγω της αποκοπής αρκετών ραγών κατά τη συντήρηση (Πίν. 4.15). Στη συγκομιδή τα σταφύλια της μεταχείρισης με Ethephon είχαν υψηλότερες τιμές βάρους ραγών ανά g νωπού βοστρύχου από τα σταφύλια της μεταχείρισης με Pro-Ca, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις είχαν ενδιάμεσες τιμές βάρους ραγών ανά gr νωπού βοστρύχου. Μετά τη συντήρηση οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων στις τιμές βάρους ραγών ανά gr νωπού βοστρύχου μειώθηκαν αλλά η μεταχείριση με Pro-Ca διατήρησε τις χαμηλότερες τιμές.

Ο αριθμός των ραγών ανά γραμμάριο νωπής μάζας βοστρύχου μειώθηκε σημαντικά μετά από 30 ημέρες συντήρηση σε σχέση με τις τιμές στη συγκομιδή, καθώς όπως ειπώθηκε είχαμε αποκοπή αρκετών ραγών ανά σταφύλι (Πίν. 4.15). Οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ήταν ελάχιστες. Συγκεκριμένα στη συγκομιδή τα σταφύλια του μάρτυρα είχαν υψηλότερη τιμή αριθμού ραγών ανά gr νωπής μάζας βοστρύχου από τα σταφύλια που δέχθηκαν ABA, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις είχαν ενδιάμεσες τιμές. Ακόμα μετά τη συντήρηση τα σταφύλια που δέχθηκαν ABA συνέχισαν να έχουν τις χαμηλότερες τιμές αριθμού ραγών ανά gr νωπής μάζας βοστρύχου χωρίς όμως σημαντικές διαφορές με τις άλλες μεταχειρίσεις. Αυτά τα αποτελέσματα σημαίνουν ότι όλες οι μεταχειρίσεις είχαν παρόμοιο αριθμό ραγών πλην του ελαφρά μικρότερου αριθμού ραγών στη μεταχείριση του ABA, ενώ είχαν και παρόμοιο ρυθμό αποκοπής ραγών στη συντήρηση.

Το ποσοστό νερού του βοστρύχου μειώθηκε σημαντικά κατά τη συντήρηση λόγω διαπνοής παρά τη συντήρηση των σταφυλιών σε πλαστικές σακούλες όχι ερμητικά κλεισμένες (Πίν. 4.15). Αυτή η απώλεια νερού του βοστρύχου είναι σημαντικό πρόβλημα κατά τη συντήρηση των σταφυλιών, καθώς είναι το πιο προφανές σύμπτωμα υποβάθμισης της ποιότητας των συγκομισθέντων σταφυλιών. Στη συγκομιδή τα σταφύλια του μάρτυρα και της μεταχείρισης με Ethephon είχαν τις υψηλότερες τιμές ποσοστού νερού του βοστρύχου, τα σταφύλια των μεταχειρίσεων χαραγή και ABA είχαν ενδιάμεσες τιμές και τα σταφύλια των μεταχειρίσεων με Pro-Ca και Eth+ABA είχαν τις χαμηλότερες τιμές ποσοστού νερού του βοστρύχου. Μετά τη συντήρηση τα σταφύλια της μεταχείρισης Ethephon είχαν ξανά την υψηλότερη τιμή ποσοστού νερού του βοστρύχου, τα σταφύλια των μεταχειρίσεων χαραγή και Pro-Ca είχαν ενδιάμεσες τιμές και τα σταφύλια των μεταχειρίσεων του μάρτυρα, ABA και Eth+ABA είχαν τις χαμηλότερες τιμές ποσοστού νερού του βοστρύχου.

Το ποσοστό ξηρής ουσίας των ραγών μειώθηκε με τη συντήρηση καθώς λόγω της αναπνοής των ραγών, μέρος των αποθηκευμένων υδατανθράκων οξειδώνονται (Πίν. 4.15). Βέβαια να σημειωθεί ότι δεν είχαμε αντίστοιχη μείωση στα διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού των ραγών (Πίν. 4.12). Οι μεταχειρίσεις δεν επηρέασαν

το ποσοστό ξηρής ουσίας των ραγών στη συγκομιδή και μετά από ψυχρή συντήρηση (Πίν. 4.15).

Πίνακας 3.4 Μεταβολές του βάρους των ραγών ανά γραμμάριο νωπού βοστρύχου (gBrgRch), του αριθμού των ραγών ανά γραμμάριο νωπής μάζας βοστρύχου (noBrgRch), του ποσοστού νερού του βοστρύχου (pcWaRch) και το ποσοστό ξηρής ουσίας των ραγών (pcDMBrr) των σταφυλιών ‘Crimson seedless’ αμέσως μετά τη συγκομιδή και μετά από 30 ημέρες ψυχρής συντήρησης, αφού είχαν εφαρμοστεί στο στάδιο του περκασμού νερό (Control), χαραγή (Girdling), Ethephon, ABA, συνδυασμό των Ethephon+ABA ή Pro-Ca.

Χρόνος	Μεταχείριση	gBrgRch (g/g)	noBrgRch (#/g)	pcWaRch (%)	pcDMBrr (%)
<b>Συγκομιδή</b>	Control	89,5ab	21,0a	48,4a	21,5ab
	Girdling	76,4ab	18,5ab	42,7b	21,5ab
	Ethephon	93,2a	20,9ab	48,3ab	22,0a
	ABA	68,9bc	15,7b	41,3bc	21,2ab
	EthABA	89,9ab	20,2ab	30,9cd	21,6ab
	Pro-Ca	73,2b	17,8ab	28,9d	22,0ab
<b>30 ημέρες συντήρηση</b>	Control	55,4bc	12,1bc	29,6d	19,6ab
	Girdling	66,5bc	15,5bc	33,1cd	20,3ab
	Ethephon	60,3bc	13,1bc	35,3c	20,9ab
	ABA	49,0bc	11,1c	29,4d	21,0ab
	EthABA	58,2bc	12,8bc	30,2d	20,3ab
	Pro-Ca	56,2c	12,4bc	32,9cd	20,7b
<b>Σημαντικότητα</b>					
Χρόνος		***	***	***	***
Μεταχείριση		*	NS	***	NS
EΣΔ <sub>0,05</sub>		16,9	4,6	4,7	1,3

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, \* επίπεδο σημαντικότητας 0,05, \*\*\* επίπεδο σημαντικότητας 0,001

### 3.2 Συζήτηση ποιοτικών χαρακτηριστικών

Γενικότερα από διάφορες μελέτες έχει αποδειχθεί πως η εφαρμογή Ethephon απελευθερώνει τη φυτική ορμόνη αιθυλένιο, που προάγει την ωρίμανση των σταφυλιών (Mannini et al. 1981, Szyjewicz & Kliewer 1983) και βελτιώνει το χρώμα ορισμένων ερυθρών ποικιλιών σταφυλιών (Weaver & Pool 1971, Weaver & Montgomery 1974, Powers et al. 1980, Dokoozlian et al. 2000). Το Ethephon φαίνεται να μειώνει τη σκληρότητα των ραγών σε μερικές ποικιλίες (Cawthon & Morris 1981, Bryant 2004). Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να καθοριστεί η επίδραση της εφαρμογής του ethephon, του ABA και του Pro-Ca στο χρώμα, στα σάκχαρα, στην οξύτητα και στα άλλα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του επιτραπέζιου σταφυλιού Crimson Seedless στην περιοχή του Τυρνάβου.

Η μεταχείριση με ethephon επηρέασε τα χαρακτηριστικά του σταφυλιού. Το μήκος και το πλάτος δεν επηρεάστηκαν σημαντικά. Η επίδραση του ethephon στη βελτίωση του μεγέθους των σταφυλιών έχει αναφερθεί σε πολλές έρευνες. Στις μετρήσεις μας παρατηρήθηκε μια αύξηση στο βάρος και στον όγκο των σταφυλιών μετά την εφαρμογή του ethephon σε διάφορα σταφύλια από την εφαρμογή με ethephon σε παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταλήξει και άλλοι ερευνητές (Weaver & Montgomery 1974, Kochhar et al. 1979). Η αύξηση σε βάρος και όγκο μπορεί να οφείλεται στην επιταχυνόμενη ανάπτυξη της ράγας και την επιτάχυνση της ωρίμανσης από το ethephon. Η εφαρμογή του μπορεί να διεγείρει την ωρίμανση (Hale et al. 1970, Coombe & Hale 1973), πιθανόν εξαιτίας της προαγωγής της αύξησης του αμπισσικού οξέος (Coombe & Hale 1973) ή λόγω άμεσης δράσης του αιθυλενίου (Chervin et al. 2004) που παράγεται από την αποδόμηση του ethephon. Ενώ τα σταφύλια έχουν αξιολογηθεί ως μη κλιμακηρικά φρούτα (η ωρίμανση θεωρείται ότι είναι εξαρτώμενη από το αιθυλένιο στα κλιμακηρικά φρούτα), έχει παρατηρηθεί μια παροδική αύξηση του ενδογενούς αιθυλενίου ακριβώς πριν τον περκασμό και παραγωγή αιθυλενίου, αυτή τη χρονική στιγμή, απαιτείται για να αναπτυχθούν ορισμένοι δείκτες ωρίμανσης (Chervin et al. 2004).

Αυτά τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με αρκετές μελέτες στις οποίες το χρώμα των ραγών βελτιώθηκε σημαντικά από την εφαρμογή ethephon (Weaver & Pool 1971, Weaver & Montgomery 1974, Blommaert et al. 1975, Powers et al. 1980, Hardie et al. 1981). Η εφαρμογή ethephon βελτίωσε το κόκκινο χρώμα στα σταφύλια Carignane (Shulman et al. 1985). Οι ανθοκυάνες είναι οι χρωστικές που είναι

υπεύθυνες για το κόκκινο χρώμα στα σταφύλια και περιέχονται στο φλοιό του σταφυλιού, εκτός από την περίπτωση μερικών ποικιλιών των οποίων ο πολτός είναι επίσης χρωματισμένος (Fernandez-Lopez et al. 1998).

Γενικά, τα σταφύλια που δέχτηκαν ethephon έδειξαν μια γενική μείωση στην παράμετρο χρώματος  $L^*$  στις μετρήσεις μας, υποδηλώνοντας μια μείωση της φωτεινότητας του χρώματος σε αντίθεση με άλλες έρευνες οι οποίες αναφέρουν τα ίδια αποτελέσματα για την δράση του S-ABA (McGuire 1992, Carreno et al. 1995, Cantin et al. 2007). Δηλαδή το χρώμα των ραγών ήταν το πιο σκούρο κόκκινο από όλες τις μεταχειρίσεις.

Το Ethephon, με τη δράση του στην ωρίμανση του φρούτου, έχει αναφερθεί ότι μειώνει τη σκληρότητα των καρπών (Jensen et al. 1975, Yahuaca et al. 2001). Η μείωση της σκληρότητας των σταφυλιών από την εφαρμογή ethephon μπορεί να ελαχιστοποιηθεί κάνοντας την πρώτη εφαρμογή 3 ή 4 εβδομάδες μετά τον περκασμό (αλλαγή χρώματος) παρά στα αρχικά του στάδια (Dokoozlian et al. 2000, Bryant 2004). Ωστόσο, η καθυστερημένη εφαρμογή μπορεί να καταλήξει σε φτωχή ανάπτυξη χρώματος (Bryant 2004).

Η εφαρμογή γιββερλικού οξέος (GA3) στις ποικιλίες επιτραπέζιων σταφυλιών χωρίς γίγαρτα είναι μια κοινή πρακτική για την επιμήκυνση της ράγας και του τσαμπιού, το αραίωμα των λουλουδιών και την αύξηση του μεγέθους των ραγών. Ωστόσο, το GA3 μπορεί να καθυστερήσει την ωρίμανση και να μειώσει την επίτευξη βέλτιστου εμπορικού χρώματος (Dokoozlian 2000). Το GA3, συχνά σε μίγμα με άλλους ρυθμιστές ανάπτυξης, όπως οι κυτοκινίνες και τα μπρασσινοστεροειδή, εφαρμόζεται για τη βελτίωση της ποιότητας των επιτραπέζιων σταφυλιών, ακόμα και σε χώρες που είναι νέες στην παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλιών (Warusavitharana et al. 2008, de Souza Leao et al. 2010).

Η ποικιλία της μελέτης μας (Crimson Seedless) αποτυγχάνει να επιτύχει το επιθυμητό επίπεδο κόκκινου χρώματος, πιθανώς ως συνέπεια των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι, οι οποίες αναστέλλουν τη συσσώρευση ανθοκυανών (Dokoozlian et al. 1994, Sprayd et al. 2002) ως συνέπεια του στενού εύρους θερμοκρασιών ημέρας/νύχτας. Σύμφωνα με την βαθμονόμηση των κλιματικών συνθηκών, η περιοχή του Τυρνάβου ανήκει στην πιο επιθυμητή από τις τρεις κατηγορίες από πλευράς θερμοκρασιών ημέρας/νύχτας σύμφωνα πάντα με το τεχνικό εγχειρίδιο της Valent BioSciences. Για αυτό το λόγο επιλέχθηκε η δόση των 200 mg/L S-ABA η οποία επιλέγεται και από τους περισσότερους ερευνητές. Αξίζει να



αναφερθεί ότι η Valent BioSciences προτείνει μια δόση των 400 mg/L S-ABA στο στάδιο του περκασμού και άλλη μια, μια εβδομάδα αργότερα με 200mg/L S-ABA για πιο επιθυμητά αποτελέσματα για κάθε περίπτωση από πλευράς θερμοκρασιών.

Στο στάδιο της ωρίμανσης, τα τσαμπιά με ανομοιόμορφο χρώμα μπορούν να παρατηρηθούν, με την παρουσία πλήρως κόκκινων και πράσινων, ακόμα, ραγών. Για τα κόκκινα σταφύλια, η συσσώρευση ανθοκυανών αρχίζει στον περκασμό, στην αρχή της ωρίμανσης, και φαίνεται να ρυθμίζεται, τουλάχιστον εν μέρει, από τη φυτική ορμόνη αμπισικό οξύ (Kataoka et al. 1982, Hiratsuka et al. 2001, Ban et al. 2003, Lund et al. 2008).

Ουσίες σαν φυτικές ορμόνες (επιδράσεις παρόμοιες με τις αυξίνες, κυτοκινίνες και γιββεριλίνες) είναι συχνά παρούσες σε οργανικές ενώσεις, οι οποίες πραγματοποιούνται με διαφυλλικές εφαρμογές με θετικά αποτελέσματα στις ποιοτικές παραμέτρους των επιτραπέζιων σταφυλιών (Ferrara και Brunetti 2008, 2010). Για να επιτευχθεί ομοιογενές χρώμα στα τσαμπιά, οι ρυθμιστές ανάπτυξης όπως το αμπισικό οξύ (S-ABA) και το αιθυλένιο (ethephon) χρησιμοποιούνται στις περισσότερες χώρες, όπου η εφαρμογή τους επιτρέπεται από τους τοπικούς κανονισμούς. Οι εξωγενείς εφαρμογές S-ABA έχουν δείξει ότι αυξάνουν το περιεχόμενο των ανθοκυανινών στο φλοιό των σταφυλιών (Peppi and Fidelibus 2008) βελτιώνοντας το χρώμα διαφόρων ποικιλιών όπως των 'Flame Seedless' (Peppi et al. 2006), των 'Red globe' (Peppi et al. 2007a), και των 'Crimson Seedless' (Peppi et al. 2007b, Lurie et al. 2009). Επιπλέον, το S-ABA αποδείχτηκε ότι είναι πιο αποτελεσματικό από το ethephon για τη βελτίωση του χρώματος των επιτραπέζιων σταφυλιών Crimson Seedless, αλλά οι πιο αποτελεσματικές μεταχειρίσεις κάποιες φορές προκάλεσαν μαλάκωμα των ραγών (Peppi et al. 2007b), στην δική μας περίπτωση έχουμε διαφορετικά αποτελέσματα πιθανόν λόγω των διαφορετικών συγκεντρώσεων των ρυθμιστών. Τα αποτελέσματα στην μεταχείριση με Prohexadione Calcium δεν παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στο χρώμα, στην αύξηση ανθοκυανών αλλά και των υπολοίπων ποιοτικών χαρακτηριστικών της ποικιλίας. Στο παρελθόν, το κόστος παραγωγής του S-ABA ήταν πολύ υψηλό για να δικαιολογήσει την εφαρμογή του ως ρυθμιστής ανάπτυξης, αλλά πρόσφατα το κόστος παραγωγής του έχει μειωθεί και εφαρμόζεται στην καλλιέργεια επιτραπέζιων σταφυλιών ανά τον κόσμο (Cantin et al. 2007). Στην μελέτη μας η εφαρμογή S-ABA δεν βελτίωσε αρκετά το χρώμα των ραγών του σταφυλιού Crimson Seedless πιθανόν λόγω και των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν στην περιοχή.

Η εφαρμογή S-ABA προώμισε την ημερομηνία συγκομιδής στις μετρήσεις μας όπως και σε προηγούμενες μελέτες (Lee et al. 1997, Peppi et al. 2006 2007b, Cantin et al. 2007), επίσης δεν επηρέασε το βάρος του τσαμπιού ή την απόδοση. Ωστόσο, υπήρξαν μειώσεις στο βάρος των ραγών σε συγκεντρώσεις με S-ABA όπως συνέβη και στις δικές μας μετρήσεις (During et al. 1978) ή παρατηρήθηκε μια αύξηση στο μέγεθος των ραγών σε κάποιες συνθήκες (εποχή εφαρμογής και ποσότητα εφαρμογής) (Peppi et al. 2007a, Peppi and Fidelibus 2008). Επίσης στις δικές μας πειραματικές συνθήκες, το S-ABA κατάφερε να ενισχύσει τη διαδικασία χρωματισμού δρώντας περισσότερο στις ανθοκύανες παρά στα συσσωρευμένα σάκχαρα, όπως έχει ήδη αναφερθεί για τα Pinot noir (Mori et al. 2005), όπου η συσσώρευση των ανθοκυανών αυξήθηκε μετά από εφαρμογή 250 mg/L S-ABA.

Παρατηρήθηκαν παρόμοια αποτελέσματα στα Flame Seedless που δέχτηκαν μεταχείριση με S-ABA σε συγκεντρώσεις που το εύρος κυμαινόταν από 200 ως 600 mg/L (Peppi and Fidelibus 2008). Η τιμή  $h$  εύκολα μπορεί να γίνει αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι. Κάτω από τις δικές μας συνθήκες, το χρώμα των σταφυλιών που δέχτηκαν μεταχείριση με S-ABA ήταν περισσότερο φωτεινό ( $h^{\circ}=41,0$ ) από παρόμοιες δοκιμές στα Crimson Seedless στην Καλιφόρνια, όπου το  $h$  ήταν μεταξύ 21-23 με δόση 150-300 mg/L S-ABA (Cantin et al. 2007) και 18-56 με 75-300 mg/L S-ABA σε διαφορετικές χρονικές στιγμές εφαρμογής (Peppi et al. 2007b). Το Chroma και οι τιμές του  $h$  ήταν πολύ κοντά στις τιμές που είχαν αναφερθεί προηγουμένως για το Red globe (Peppi et al. 2007a) και τα Flame Seedless (Peppi et al. 2006), όταν οι συγκεντρώσεις του S-ABA ήταν παρόμοιες με αυτές που εφαρμόστηκαν στην παρούσα μελέτη. Τα αποτελέσματα ορισμένων πειραμάτων υποδηλώνουν ότι το επίπεδο της ορμόνης στα σταφύλια κατά το τελικό στάδιο ωρίμανσης δεν συνδέεται με τη φυσιολογική της επίδραση στη συγκέντρωση των ανθοκυανών και το χρωματισμό του φλοιού (Daeter and Hartung 1995), επειδή η ενεργή συγκέντρωση της ορμόνης σχετίζεται με το στάδιο ωρίμανσης.

Τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι ο χρωματισμός ενισχύθηκε με τη μεταχείριση των σταφυλιών με S-ABA, αλλά οι επιδράσεις παρατηρήθηκαν στο φλοιό των σταφυλιών και όχι στη συγκέντρωση διαλυτών στερεών και στη μείωση της οξύτητας. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν για τα Merlot, όπου παρατηρήθηκε μια υψηλότερη αύξηση ανθοκυανών κατά την ωρίμανση των σταφυλιών παρά στη συγκέντρωση σακχάρων (Owen et al. 2009).

Στον περκασμό, η πλειοψηφία του S-ABA μεταφέρεται από τα φύλλα στα σταφύλια όπου και συσσωρεύεται (Antolin et al. 2003). Στην πραγματικότητα, το S-ABA συντίθεται στα πλαστίδια (Cutler and Krochko 1999) και η συγκέντρωσή του στα φύλλα είναι γενικά υψηλή (Antolin et al. 2003), επειδή το S-ABA εμπλέκεται στη ρύθμιση των στομάτων, την ανοχή στο στρες και σε άλλες φυσιολογικές διεργασίες των φύλλων. Ωστόσο, το S-ABA είναι επίσης άφθονο στα άνθη των αμπελιών και τα νεαρά πράσινα σταφύλια (Koussa et al. 2004). Κατά τη συγκομιδή, το περιεχόμενο του S-ABA στα σταφύλια είναι χαμηλό.

Επιπλέον, στα Crimson Seedless η απουσία γιγάρτων μπορεί επίσης να έχει παίξει ένα σημαντικό ρόλο, επειδή έχει παρατηρηθεί μια σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση του S-ABA στο φλοιό των σταφυλιών με γίγαρτα και χωρίς γίγαρτα της ποικιλίας Pione κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ωρίμανσης μέχρι τη συγκομιδή, υποδηλώνοντας έτσι μια πιθανή παροχή S-ABA από τα γίγαρτα στο φλοιό (Kondo and Kawai 1998). Σε μια σύγκριση μεταξύ των ποικιλιών με διαφορετικό μηχανισμό καρπόδεσης (Gokturk Baydar and Harmankaya 2005), το περιεχόμενο του S-ABA ήταν υψηλότερο σε μια ποικιλία με γίγαρτα (Italia) σε σχέση με άλλη χωρίς γίγαρτα (Perlette), υπονοώντας έτσι τον σημαντικό ρόλο των σπερμάτων. Στην ποικιλία Concord (*Vitis labrusca* L.), η συγκέντρωση του S-ABA στη σάρκα αυξήθηκε μόνο όταν τα σπέρματα ωρίμασαν (Cawthon and Morris 1982), επιβεβαιώνοντας έτσι τον πιθανό ρόλο των σπερμάτων, μαζί με εκείνο των φύλλων, στη συγκέντρωση S-ABA στο σταφύλι. Τα ανώριμα σπέρματα μπορεί να μειώσουν τη συσσώρευση του S-ABA και να καθυστερήσουν την ωρίμανση και το χρωματισμό των καρπών (Cawthon and Morris 1982), αν και τα σταφύλια χωρίς σπέρματα επίσης ωριμάζουν και χρωματίζονται.

Ο χρόνος και ο τρόπος της συσσώρευσης του S-ABA βρέθηκε να είναι σταθερός σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για 3 χρόνια, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες (Wheeler et al. 2009), όμως υψηλές νυκτερινές θερμοκρασίες μπορούν να μειώσουν σημαντικά το περιεχόμενο είτε των ανθοκυανών είτε του αμπισσικού οξέος στον περκασμό σε σχέση με τις χαμηλές θερμοκρασίες (Koshita et al. 2007). Πιο συγκεκριμένα, η προαγωγή του χρωματισμού του φλοιού μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά από υψηλές νυκτερινές θερμοκρασίες, επειδή η θερμοκρασία του φρούτου είναι ένας παράγοντας κλειδί για τη δημιουργία των ανθοκυανών και του ερυθρού χρώματος του φλοιού των σταφυλιών (Koshita et al. 2007)

### 3.3 Χαρτογράφηση εδαφικών αναλύσεων

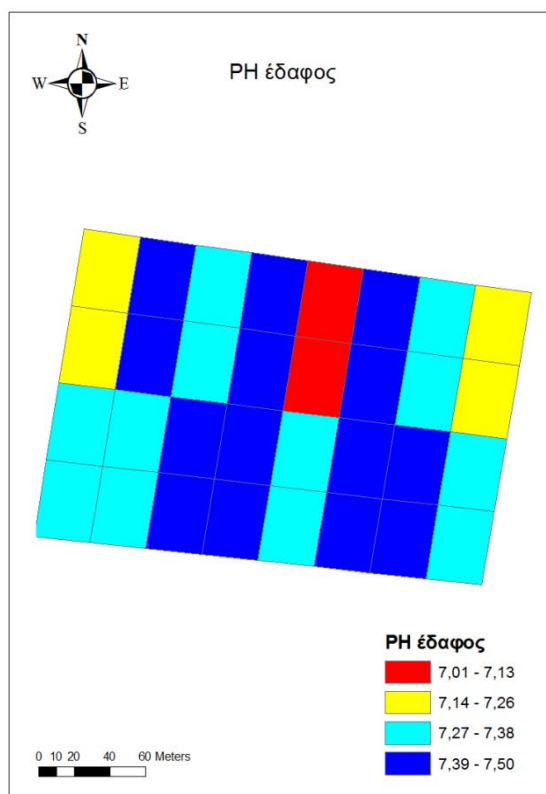
Τα αποτελέσματα των αναλύσεων της δειγματοληψίας (3 δείγματα) ως προς τη μηχανική σύσταση, δεν παρουσιάζονται σε χάρτη διότι η δειγματοληψία δεν ήταν λεπτομερής, παρείχε βέβαια μια πρώτη απεικόνιση της παραλλακτικότητας του εδάφους. Τα δείγματα αναλύθηκαν στο εργαστήριο και βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα σε άμμο ήταν μέτρια στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα του αμπελώνα και υψηλή στο δυτικό κομμάτι. Η ιλύς με την άργιλο είχαν παρόμοια χωρική παραλλακτικότητα μεταξύ τους με χαμηλές τιμές στο δυτικό μέρος του αμπελώνα και μέτριες τιμές στο υπόλοιπο τμήμα του αμπελώνα.

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται τα βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις αναλύσεις εδάφους για pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα (ECa) και περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (Ο. ουσία). Μόνο για την οργανική ουσία βρέθηκε σημαντική παραλλακτικότητα στον αμπελώνα.

Πίνακας 3.5 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις εδαφολογικών χαρακτηριστικών

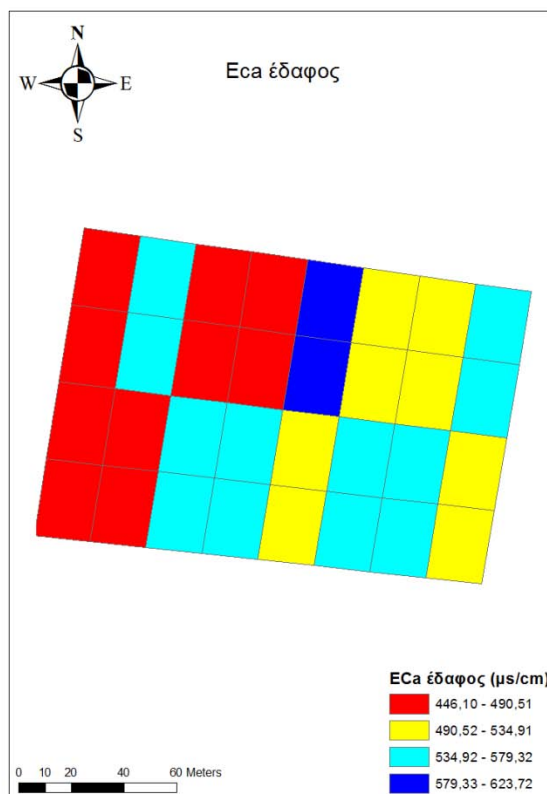
	N	Range	Min	Max	Mean	Std. Dev.	Variance	C.V. %
pH	32	0,495	7,01	7,505	7,357	0,119	0,0146	1,62
ECa (μs cm <sup>-1</sup> )	32	177,616	446,1	623,72	520,5	44,34	2029,9	8,52
Ο. ουσία	32	1,147	0,638	1,78	1,22	0,35	0,12	28,7

Το έδαφος του αμπελώνα χαρακτηρίστηκε ουδέτερο έως αλκαλικό με το pH να κυμαίνεται μεταξύ 7 έως 7,5, εύρος τιμών που θεωρείται ιδανικό για την αμπελοκαλλιέργεια (Hofmann et al., 2003 & Ρούμπος, 1996). Προς το βόρειο τμήμα του αμπελώνα οι τιμές pH ήταν συχνά οι χαμηλότερες, ενώ στο νότιο τμήμα ήταν σταθερά υψηλότερες (Σχ. 3.1).



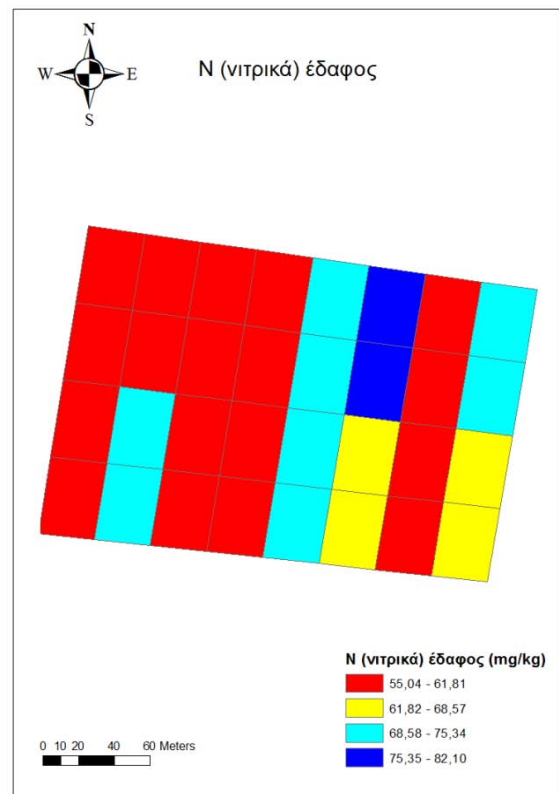
Σχήμα 3.1 Χάρτης pH στο εδάφους

Παρατηρήθηκε αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα στο ανατολικό τμήμα του αμπελώνα, ενώ η χαμηλότερη συγκέντρωση εντοπίστηκε στο δυτικό και κυρίως στο βόρειο μέρος του.



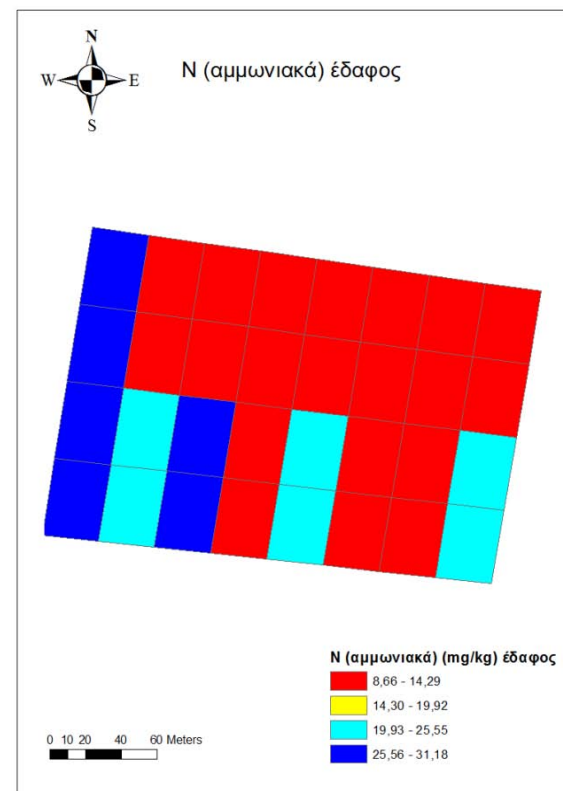
Σχήμα 3.2 Χάρτης Ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο έδαφος

Παρατηρήθηκε ότι η περιεκτικότητα εδάφους σε νιτρική μορφή αζώτου ( $\text{NO}_3$ ) ήταν ιδιαίτερα υψηλή σε όλο το τμήμα του αμπελώνα αν αναλογιστεί κανείς ότι τα όρια επάρκειες κυμαίνονται στα  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ , με τις μεγαλύτερες τιμές να παρουσιάζονται στο ανατολικό μέρος. Η χωρική παραλλακτικότητα στο νιτρικό N στο έδαφος κυμάνθηκε σε μέτριο επίπεδο (C.V. = 11,84%) (Πίν. 3.6) (Συμινής, 2012).



Σχήμα 3.3 Χάρτης N (νιτρικά) στο έδαφος

Η συγκέντρωση σε αμμωνιακή μορφή αζώτου ( $\text{NH}_4$ ) ειδικότερα στο νότιο και δυτικό τμήμα του αμπελώνα παρουσιάστηκε υψηλή και χαμηλή στο βόρειο τμήμα του αμπελώνα. Η χωρική παραλλακτικότητα κυμάνθηκε σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα με συντελεστή μεταβλητότητας C.V. = 45,25% (Πίν. 3.6).

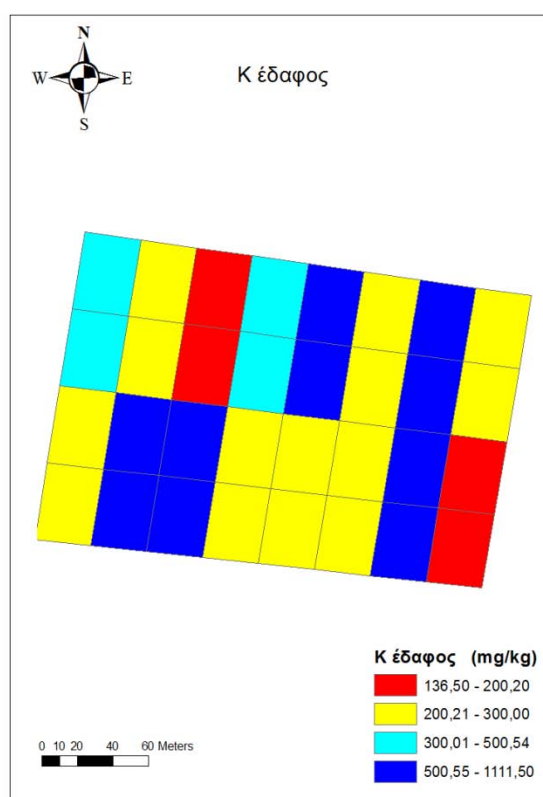


Σχήμα 3.4 Χάρτης N (αμμωνιακά) στο έδαφος

Πίνακας 3.6 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις εδαφολογικών χαρακτηριστικών

	N	Range	Min	Max	Mean	Std.Dev.	Variance	C.V.%
N (Νιτρικά)	32	27,06	55,04	82,10	63,63	7,53	58,59	11,84
N (αμμωνιακά)	32	22,51	8,66	31,17	17,16	7,76	62,28	45,25

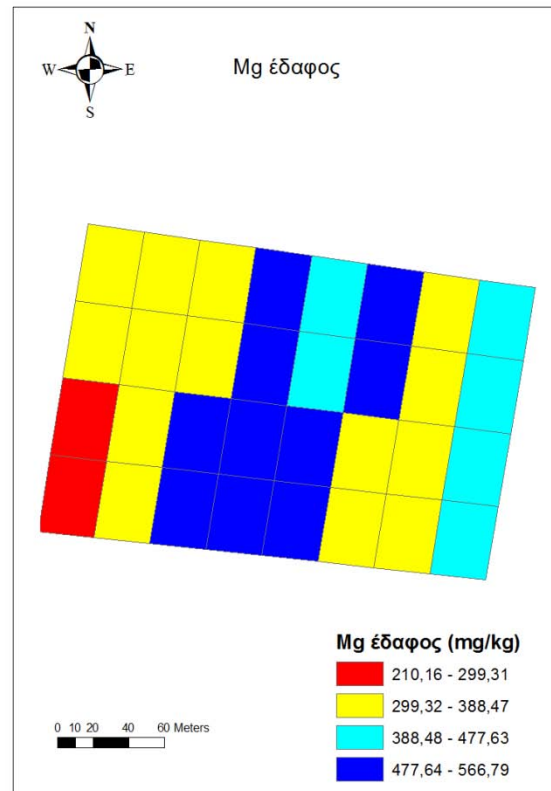
Η περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο ήταν εντός των ορίων επάρκειας έως και υπερεπάρκειας στο μεγαλύτερο μέρος του αμπελώνα, καθώς κυμάνθηκε από 136,5 – 1111 mg kg<sup>-1</sup>, (τα όρια επάρκειας του καλίου για Κ είναι 150 – 250 mg kg<sup>-1</sup>, Συμινής, 2012) (Σχ. 3.5). Το εύρος και η χωρική παραλλακτικότητα της περιεκτικότητας του K<sup>+</sup> στο έδαφος ήταν ιδιαίτερα υψηλή (C.V. = 67,03%) (Πίν. 3.7) χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ζωνών με διαφορετικές συγκεντρώσεις. Η μεγάλη φυσιολογική σημασία του Κ έγκειται στη ρύθμιση του οσμωτικού δυναμικού και τη διατήρηση της σπαργής στα κύτταρα και κατά συνέπεια στους ιστούς και στο ρόλο του στη μεταφορά και το μεταβολισμό των υδατανθράκων και ανάπτυξη των καρπών.



Σχήμα 3.5 Χάρτης Καλίου στο έδαφος

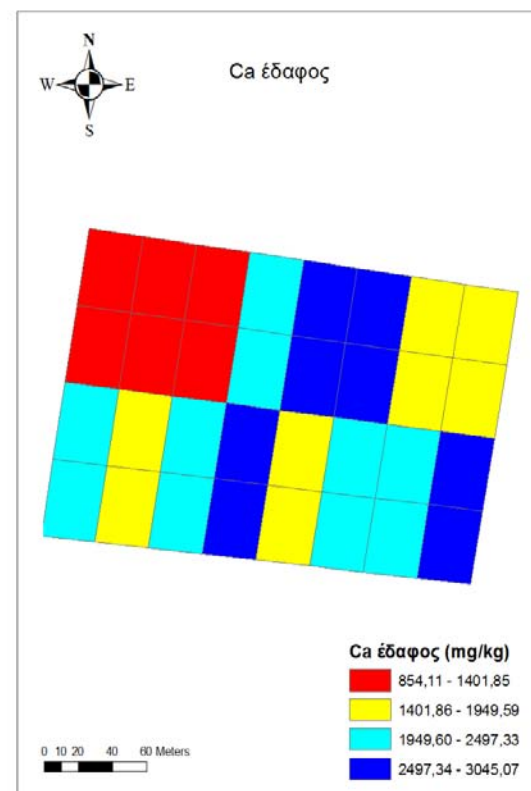
Η χωρική παραλλακτικότητα του εδάφους σε ανταλλάξιμο μαγνήσιο ήταν υψηλή (C.V.= 21.90) (Πίν. 3.7). Η περιεκτικότητα Mg κυμάνθηκε από 210-567 mg kg<sup>-1</sup> (Σχ. 3.6), συγκεντρώσεις που βρίσκονται εντός των ορίων επάρκειας για Mg σε αμπελώνες, καθώς τα όρια επάρκειας κυμαίνονται από 100 - 250 mg kg<sup>-1</sup> (Συμινής, 2012). Επίσης στη βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί σε εδάφη αμπελώνων συγκεντρώσεις Mg

που κυμαίνονται από 22,6 έως 916 mg kg<sup>-1</sup> (Kment et al., 2005).



Σχήμα 3.6 Χάρτης Μαγνησίου στο έδαφος

Η συγκέντρωση του ανταλλάξιμου ασβεστίου κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα με τιμές από 854-3045 mg kg<sup>-1</sup> (Σχ. 3.7), καθώς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τα ικανοποιητικά όρια εδαφικού Ca κυμαίνονται από 8480–10340 mg kg<sup>-1</sup> (Αλεξιάδης, 1980). Αυτό αντικατοπτρίζεται και στην ιδιαίτερα χαμηλή συγκέντρωση ασβεστίου στις αναλύσεις



Σχήμα 3.7 Χάρτης Ασβεστίου στο έδαφος

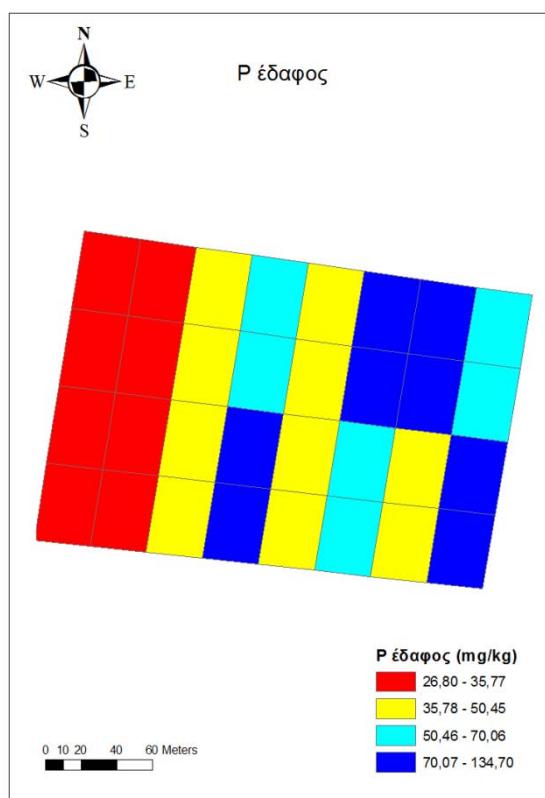


φυλλοδιαγνωστικής που πραγματοποιήθηκαν στην επόμενη περίοδο ανθοφορίας. Η χωρική παραλλακτικότητα κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα (C.V. = 31,84%) (Πίν. 3.7).

Πίνακας 3.7 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις εδαφολογικών χαρακτηριστικών

	N	Range	Min	Max	Mean	Std.Dev.	Variance	C.V. %
K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	32	975	136,5	1111,5	437,26	293,10	88679,54	67,03
Mg <sup>++</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	32	356,630	210,157	566,788	415,50	91,00	8549,84	21,90
K <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	32	2,714	0,329	3,044	1,128	0,82	0,7044	73,19
Ca <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	32	2190,965	854,1	3045,07	1988,46	633,15	413816,16	31,84

Η χωρική παραλλακτικότητα του εδάφους σε Φώσφορο ήταν υψηλή (C.V. = 54,28%) (Πίν. 3.8). Παρατηρήθηκε επάρκεια ή υπερέπάρκεια P στο έδαφος του αμπελώνα με συγκεντρώσεις 26-135 mg kg<sup>-1</sup> (Σχ. 3.8). Επαρκής περιεκτικότητα του εδάφους σε P θεωρείται το εύρος 20-50 mg kg<sup>-1</sup>. Οι χαμηλότερες τιμές καταγράφηκαν στο δυτικό τμήμα του αμπελώνα, ενώ αυξάνονταν η συγκέντρωση P, όσο προχωράμε προς το ανατολικό τμήμα. (Συμινής, 2012).

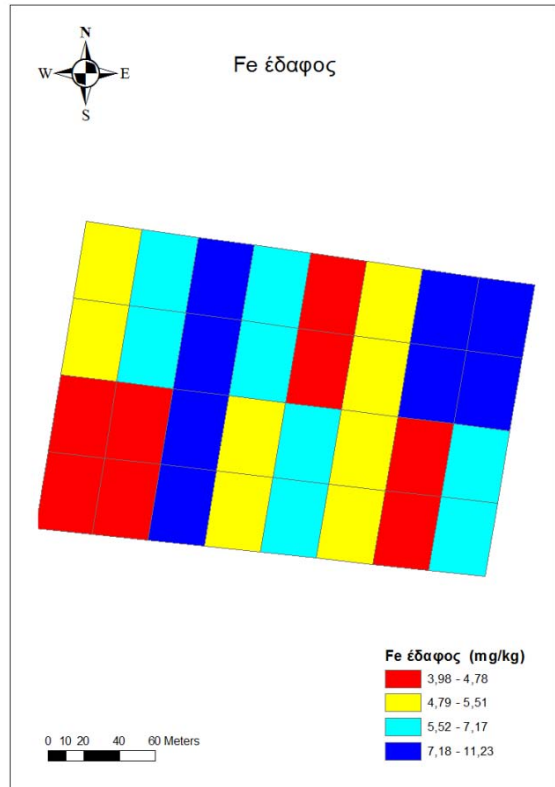


Σχήμα 3.8 Χάρτης Φωσφόρου στο έδαφος

Πίνακας 3.8 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις εδαφικού P

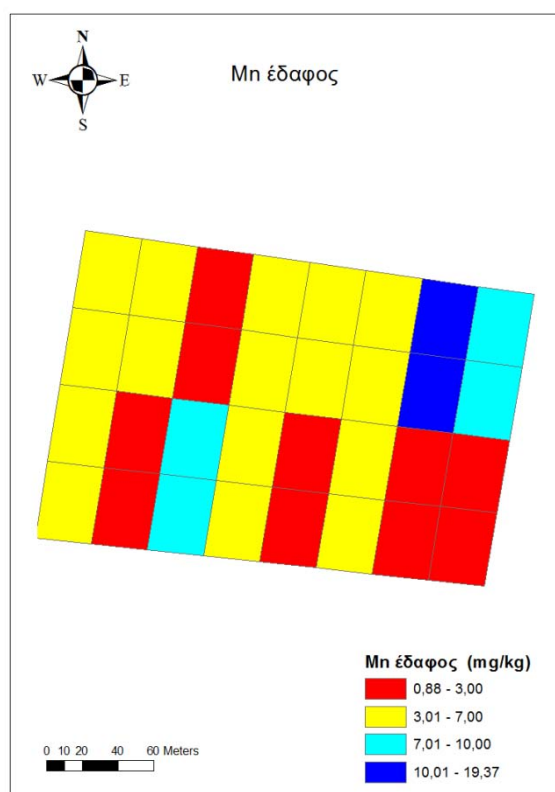
	N	Range	Min	Max	Mean	Std. Dev.	Variance	C.V. %
P (mg kg <sup>-1</sup> )	35	107,9	26,8	134,7	56,84	30,854	982,73	54,281

Η περιεκτικότητα του σιδήρου στο έδαφος του αμπελώνα ήταν εντός των ορίων επάρκειας (>5 mg kg<sup>-1</sup>) στο μεγαλύτερο μέρος του αμπελώνα (Γεωργία – Κτηνοτροφία, ) (Σχ. 3.9). Η χωρική παραλλακτικότητα του Fe ήταν υψηλή (C.V. = 28,9%) (Πίν. 3.9) (Συμινής, 2012).



Σχήμα 3.9 Χάρτης Σιδήρου στο έδαφος

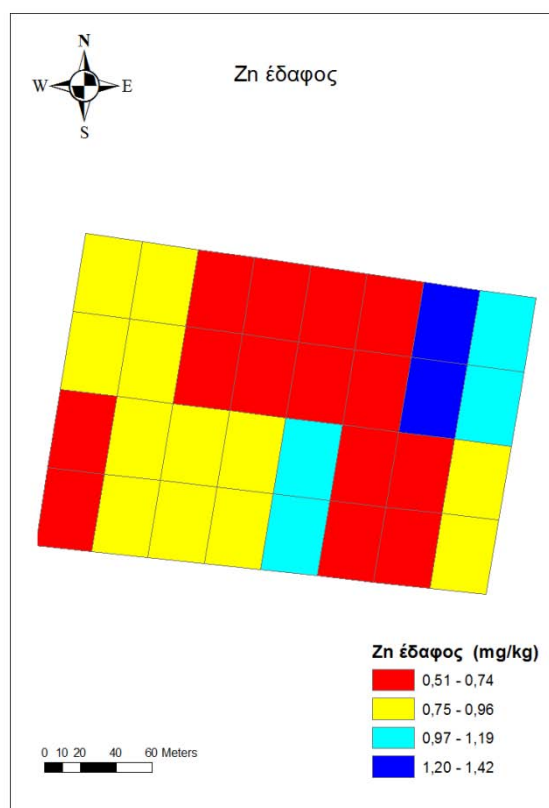
Η συγκέντρωση του εδάφους σε μαγγάνιο ήταν σε υπερεπάρκεια στο βόρειο τμήμα του αμπελώνα, ενώ στο νότιο μέρος ήταν σε επάρκεια (2-4 mg kg<sup>-1</sup>) (Σχ. 3.10). Το εύρος και η χωρική παραλλακτικότητα ήταν ιδιαίτερα υψηλή (C.V. = 87,6%) (Πίν. 3.9) (Συμινής, 2012). Οι χαμηλότερες τιμές Mn παρουσιάστηκαν στο νότιο-



Σχήμα 3.10 Χάρτης Μαγγανίου στο έδαφος

ανατολικό κομμάτι του κτήματος, όπου σε μερικές περιπτώσεις το Mn ήταν σε μερική έλλειψη.

Παρατηρήθηκε μειωμένη περιεκτικότητα ψευδαργύρου στο έδαφος στο μεγαλύτερο τμήμα του αμπελώνα (Σχ. 3.11). Η χωρική παραλλακτικότητα του ψευδαργύρου ήταν σε υψηλά επίπεδα (C.V. = 26,75%) (Πίν. 3.9) (Συμινής, 2012). Επιθυμητή περιεκτικότητα εδάφους σε ψευδάργυρο ορίζεται το εύρος των τιμών από 1-2 mg kg<sup>-1</sup>.



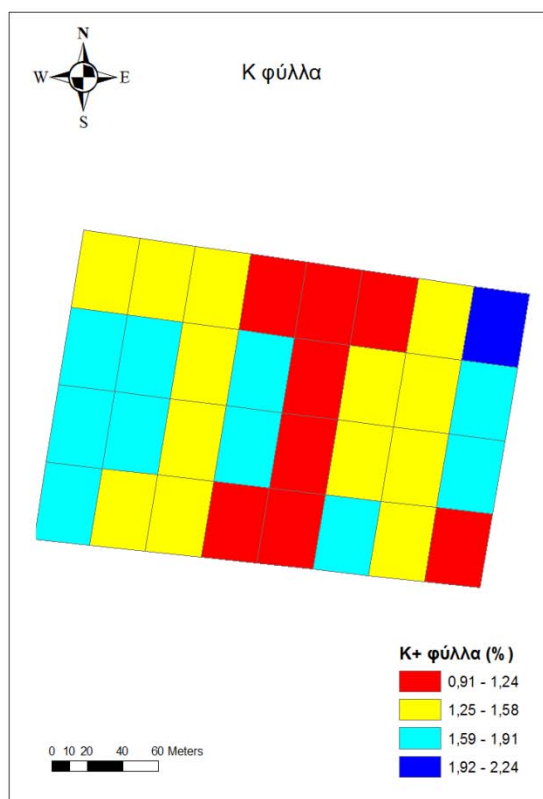
Σχήμα 3.11 Χάρτης Ψευδαργύρου στο έδαφος

Πίνακας 3.9 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις εδαφικού Zn, Fe και Mn

	N	Range	Min	Max	Mean	Std.Dev.	Variance	C.V. %
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	32	7.244	3.9842	11.2282	6.284	1.816	3.41	28.90
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	32	18.489	0.880	19.36	4.956	4.341	19.459	87.60
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	32	0.9077	0.509	1.416	0.820	0.219	0.049	26.75

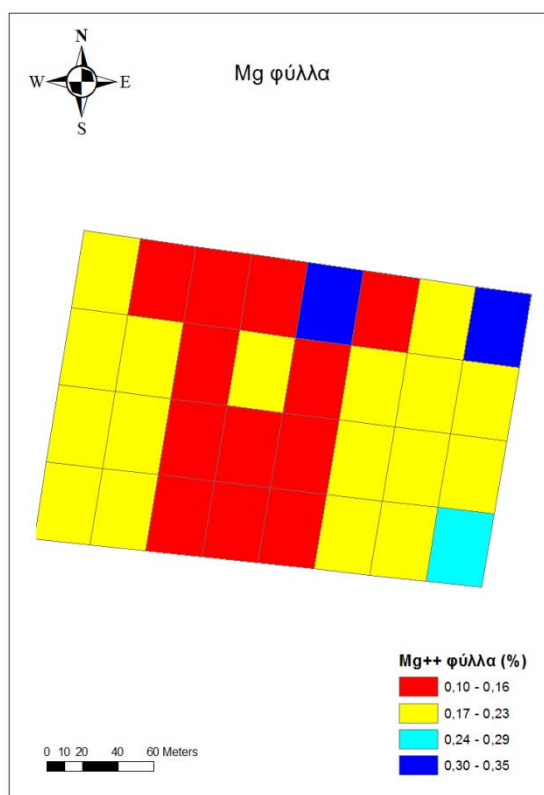
### 3.4 Χαρτογράφηση φυλλοδιαγνωστικής

Βρέθηκε επαρκής περιεκτικότητα καλίου στους μίσχους των φύλλων σε όλο τον αμπελώνα (Σχ. 3.12). Σύμφωνα με τα όρια επάρκειας, επαρκής συγκέντρωση Κ είναι  $>0,8\%$ , όταν οι αναλύσεις γίνονται κατά το στάδιο του περκασμού. Η χωρική παραλλακτικότητα Κ κυμάνθηκε σε σχετικά υψηλά επίπεδα (C.V. =  $19,5\%$ ) (Πίν. 3.10). Οι χαμηλότερες τιμές Κ στα φύλλα βρέθηκαν στο κεντρικό τμήμα του αμπελώνα από βορρά μέχρι νότο (Christensen,P.?. )



Σχήμα 3.12 Χάρτης Καλίου στα φύλλα

Η περιεκτικότητα των μίσχων των φύλλων σε μαγνήσιο κυμάνθηκε σε αρκετά χαμηλά επίπεδα και πάντα κάτω από το όριο επάρκειας που είναι  $0,30\%$  (Σχ. 3.13). Η χωρική παραλλακτικότητα Mg ήταν πολύ υψηλή (C.V. =  $31,15\%$ ) (Πίν. 3.10). Εδώ πρόκειται για χαρακτηριστική περίπτωση ανταγωνισμού στην πρόσληψη Mg από το Κ. Η προσθήκη στο έδαφος

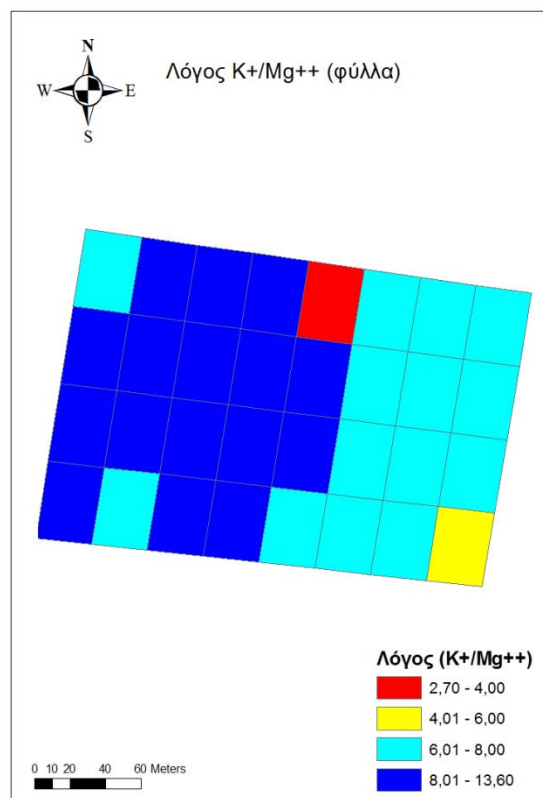


Σχήμα 3.13 Χάρτης Μαγνησίου στα φύλλα

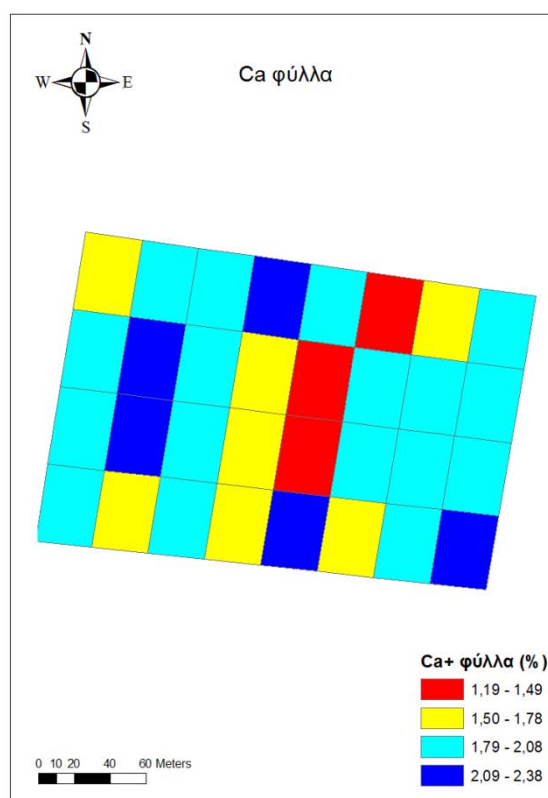
μεγάλης ποσότητας K είναι δυνατόν να προκαλέσει τροφοπενία Mg. (Christensen,P.?)

Έτσι, το K ανταγωνίζεται έντονα το Mg στα φύλλα. Χορήγηση υψηλών δόσεων K μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση Mg στα φύλλα με σημαντικές επιπτώσεις στην απόδοση (Koukoulakis, 1989, Koukoulakis κ.α.,1989, Loue, 1984). Βάσει των ανωτέρων πηγών μια μικρή μεταβολή της αναλογίας K/Mg μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη της αμπέλου. Οι ανωτέρω ερευνητές προτείνουν ως άριστη σχέση την αναλογία K:Mg=3-4:1. Έτσι πιθανόν η μειωμένη παραγωγή στη δυτική πλευρά του αμπελώνα, οφείλεται στο ότι ο λόγος  $K^+/Mg^{++}$  υπερβαίνει την τιμή 8, ενώ στο ανατολικό τμήμα η παραγωγή βελτιώθηκε αισθητά, καθώς ο μέσος όρος του λόγου  $K^+/Mg^{++}$  κυμαίνεται από 6 έως 8 (Σχ. 3.14) (Πίν. 3.10).

Η συγκέντρωση ασβεστίου στους μίσχους των φύλλων κυμάνθηκε μεταξύ 1,19 – 2,38% και βρίσκονταν εντός των ορίων επάρκειας στο στάδιο του περκασμού (Σχ. 3.15). Η ικανοποιητική συγκέντρωση Ca στα φύλλα οφείλεται σε δύο λιπάνσεις με νιτρικό ασβέστιο που είχαν εφαρμοστεί πριν τον περκασμό, καθώς όπως προαναφέρθηκε



Σχήμα 3.14 Χάρτης λόγου  $K^+/Mg^{++}$  στα φύλλα

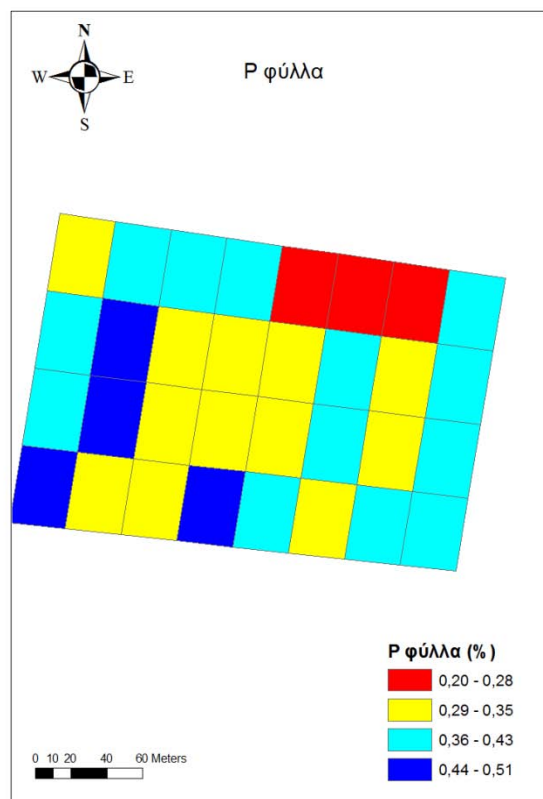


Σχήμα 3.15 Χάρτης Ασβεστίου στα φύλλα

η συγκέντρωση Ca στο έδαφος ήταν χαμηλή. Η χωρική παραλλακτικότητα Ca ήταν μέτρια (C.V. = 13.58%) (Πίν. 3.10).

(Christensen,P.?)

Η περιεκτικότητα φωσφόρου των μίσχων των φύλλων κυμάνθηκε από 0,20 – 0,51% και βρίσκονταν εντός των ορίων επάρκειας (Σχ. 3.16). Οι χαμηλότερες τιμές P βρέθηκαν στο βόρειο-ανατολικό τμήμα του αμπελώνα. Το εύρος και η παραλλακτικότητα των μετρήσεων P κυμάνθηκαν σε σχετικά υψηλά επίπεδα (C.V. = 17,86%) (Πίν. 3.10). Έλλειψη P έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσύνθεσης στα πρέμνα καθώς και τη μείωση της καρπόδεσης της παραγωγής



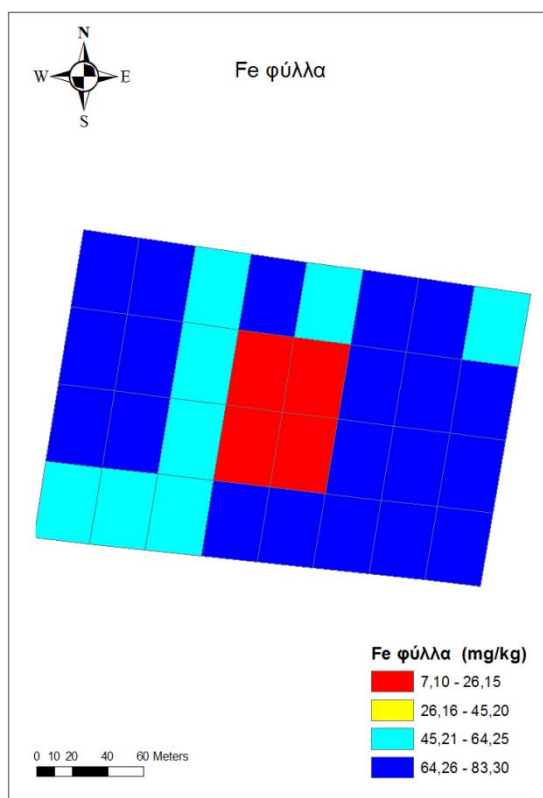
και τη μειωμένη ανάπτυξη του ριζικού Σχήμα 3.16 Χάρτης Φωσφόρου στα φύλλα συστήματος. (Christensen,P.?)

Πίνακας 3.10 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τη συγκέντρωση των K, Mg, Ca και P στα φύλλα

	N	Range	Min	Max	Mean	Std. Dev.	Variance	C.V. %
K <sup>+</sup> (%)	32	1,32	0,91	2,24	1,44	0,280	0,081	19,469
Mg <sup>++</sup> (%)	32	0,25	0,10	0,35	0,18	0,057	0,0033	31,15
K <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	32	10,9	2,7	13,6	8,33	2,013	4,184	24,16
Ca <sup>+</sup> (%)	32	1,18	1,18	2,37	1,90	0,2586	0,069	13,58
P (%)	32	0,31	0,20	0,51	0,35	0,064	0,004	17,86

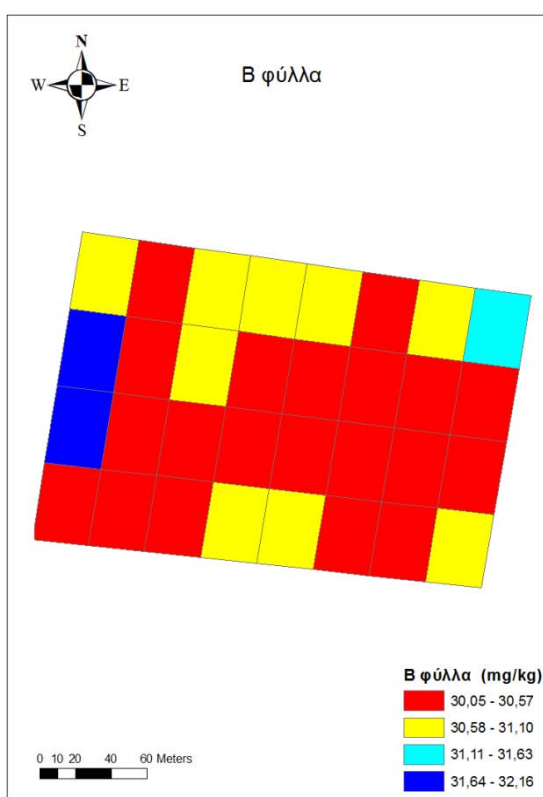


Η συγκέντρωση σιδήρου στους μίσχους των φύλλων κυμάνθηκε από 26 – 84 mg kg<sup>-1</sup> (τιμές εντός των ορίων επάρκειας 30-100 mg/kg στο μεγαλύτερο τμήμα του αμπελώνα), εκτός από το κεντρικό κομμάτι του αμπελώνα στο οποίο παρατηρήθηκε έλλειψη σιδήρου με τιμές από 7-26 mg kg<sup>-1</sup> ξηράς ουσίας (Σχ. 3.17). Παρόλα αυτά δεν υπήρξε ορατή εκδήλωση συμπτωμάτων χλώρωσης Fe. (Christensen,P.?). Η χωρική παραλλακτικότητα Fe κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα (C.V. = 36,35%) (Πίν. 3.11).



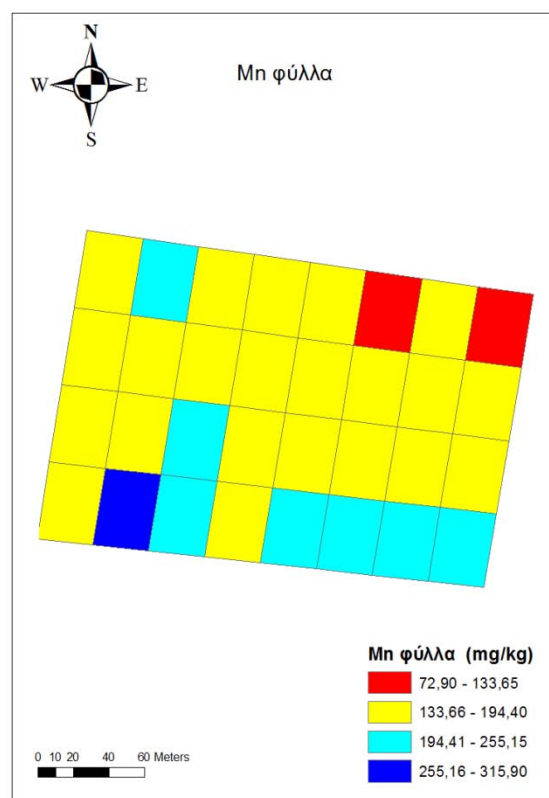
Σχήμα 3.17 Χάρτης Σιδήρου στα φύλλα

Η περιεκτικότητα βορίου στα φύλλα κυμάνθηκε από 30–32 mg kg<sup>-1</sup> (Σχ. 3.18), και ήταν εντός των ορίων επάρκειας που κυμαίνονται από 30 έως 100 mg kg<sup>-1</sup> ξηράς ουσίας, αλλά σχετικά χαμηλά. Η χωρική παραλλακτικότητα B ήταν πολύ χαμηλή (C.V. = 1,43%) (Πίν. 3.11). Η έλλειψη B εμφανίζεται στα νεότερα φύλλα με χλώρωση, παραμόρφωση και ασύμμετρη ανάπτυξη αυτών. (Christensen,P.?)



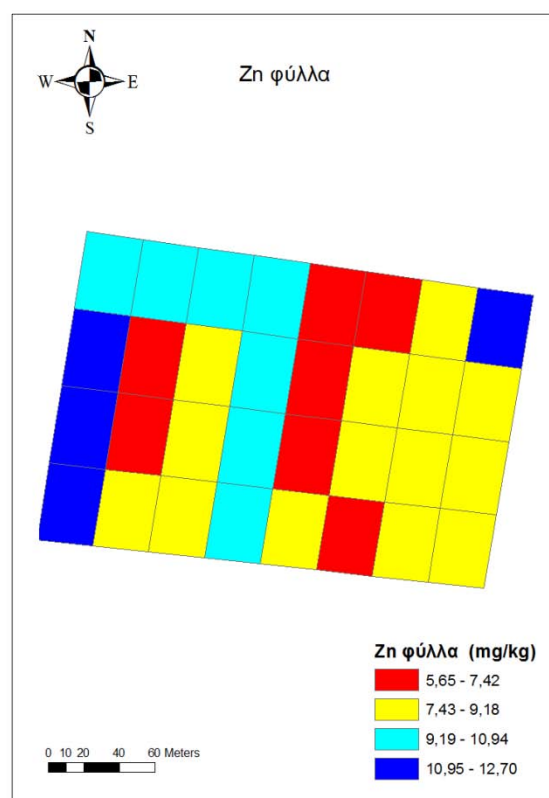
Σχήμα 3.18 Χάρτης Βορίου στα φύλλα

Παρατηρήθηκε υπερέαρκεια μαγγανίου στους μίσχους των φύλλων σε ολόκληρο το τμήμα του αμπελώνα με τιμές από 72–315 mg kg<sup>-1</sup>, με τα φυσιολογικά όρια επάρκειας να κυμαίνονται από 25-60 mg kg<sup>-1</sup> ξηράς ουσίας (Σχ. 3.19). Η χωρική παραλλακτικότητα Mn ήταν υψηλή (C.V. = 21,69%) (Πίν. 3.11). Τροφοπενίες Mn είναι σπάνιες και συναντώνται κυρίως σε αμπέλια εγκατεστημένα σε ασβεστούχα εδάφη με υψηλές τιμές εδαφικού pH. (Christensen,P.?)



Σχήμα 3.19 Χάρτης Μαγγανίου στα φύλλα

Η συγκέντρωση ψευδαργύρου στους μίσχους των φύλλων κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα (επίπεδα έλλειψης) με τιμές από 5-13 mg kg<sup>-1</sup>, ενώ οι τιμές επάρκειας κυμαίνονται από 26-60 mg kg<sup>-1</sup> ξηράς ουσίας (Σχ. 3.20). Η χωρική κατανομή Zn ήταν σχετικά υψηλή (C.V. = 19,55%) (Πίν. 3.11). Η έλλειψη Zn προκαλεί μικροφυλλία, μείωση της καρπόδεσης και μικροραγία. (Peter (Christensen,P.?. Use of Tissue Analysis in Viticulture. U.C.C.E. Pub.Ng10-00).



Σχήμα 3.20 Χάρτης Ψευδαργύρου στα φύλλα



Πίνακας 3.11 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις αναλύσεις B, Zn, Fe και Mn στα φύλλα.

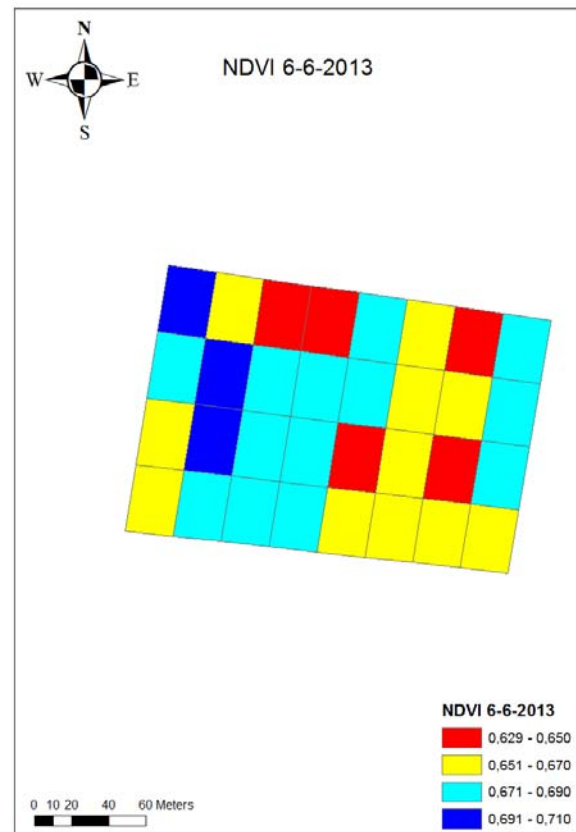
	N	Range	Min	Max	Mean	Std. Dev.	Variance	C.V. %
B (mg/Kg)	32	2,1	30,047	32,155	30,657	0,439	0,199	1,43
Zn (mg/Kg)	32	7,043	5,65	12,69	8,71	1,70	2,999	19,55
Fe (mg/Kg)	32	76,20	7,098	83,3	61,44	22,34	515,262	36,35
Mn (mg/Kg)	32	243	72,9	315,9	177,42	38,49	1529	21,69

### 3.5 Χαρτογράφηση NDVI (Μετρήσεις με τον αισθητήρα Crop Circle)

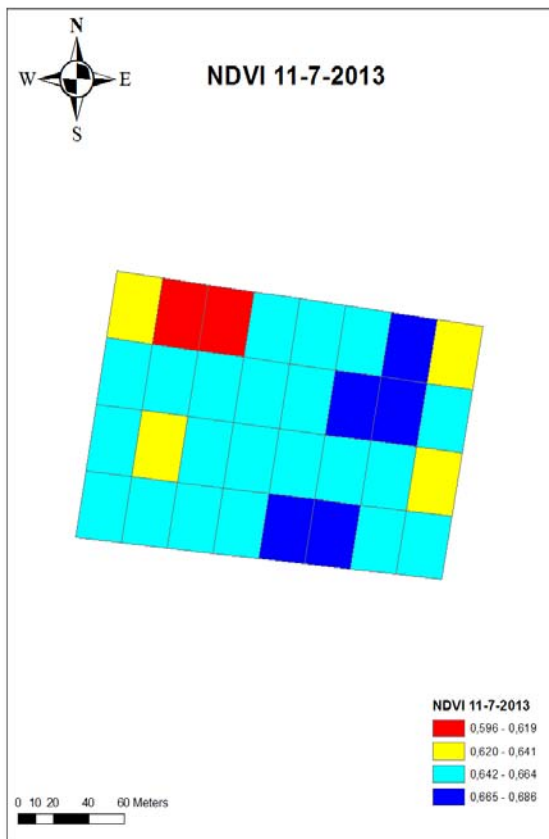
Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μόνο για την πλάγια κόμη των φυτών της αμπέλου λόγω της πραγματοποίησης του κορυφολογήματος το οποίο ομογενοποιεί το σχήμα της κόμης καθιστώντας δύσκολη την αναγνώριση τμημάτων με διαφορές ως προς τα χαρακτηριστικά της βλάστησης (Kazmierski et al., 2011). Σε γενικές γραμμές, οι μετρήσεις του NDVI παρουσίασαν χαμηλή παραλλακτικότητα κυρίως λόγω του μικρού εύρους των τιμών των μετρήσεων και της πραγματοποίησης συχνών ξεφυλλισμάτων που τείνουν να ομαλοποιούν τη χωρική παραλλακτικότητα των ιδιοτήτων του φυλλώματος (Hall et al., 2011). Το εύρος των τιμών κυμάνθηκε μεταξύ 0,596 και 0,710, ενώ ο συντελεστής παραλλακτικότητας έλαβε χαμηλές τιμές που σημαίνει χαμηλή χωρική παραλλακτικότητα.

Από τους χάρτες NDVI διακρίνονται κάποιες ζώνες (Σχ. 3.21 – 3.23). Η δυτική πλευρά παρουσιάζει υψηλές τιμές NDVI γεγονός που υποδηλώνει έντονη ανάπτυξη μέχρι τις αρχές Ιουλίου, ενώ από εκεί και έπειτα παρουσιάζει χαμηλές τιμές δείχνοντας ότι τα φυτά ήταν λιγότερα εύρωστα. Αυτό συμβαίνει διότι στη διάρκεια του ετήσιου κύκλου της αμπέλου υπάρχει μια διαρκής ροή υδατανθράκων σε όλο το πρέμνο μεταξύ των ετήσιων οργάνων (φύλλα, ταξιανθίες) και των πολυετών και ξυλοποιημένων μέρων του πρέμνου (ρίζες, κορμός, κληματίδες). Εκτός από τα φωτοσυνθετικά ώριμα φύλλα τα οποία συνθέτουν υδατάνθρακες, τα ξυλοποιημένα μέρη του πρέμνου μπορούν να δώσουν υδατάνθρακες με την υδρόλυση του αμύλου, όταν οι απαιτήσεις των ‘καταναλωτών’ σταφυλιών και νέας βλάστησης είναι υψηλές. Εκεί ακριβώς οφείλονται οι χαμηλές τιμές NDVI, καθώς τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που αναλαμβάνουν τα φύλλα να θρέψουν το πρέμνο, λόγω της αυξημένης σύστασης του εδάφους σε άμμο και Κ στο συγκεκριμένο σημείο του αμπελώνα δημιουργείται ανισσοροπία του λόγου K/Mg.

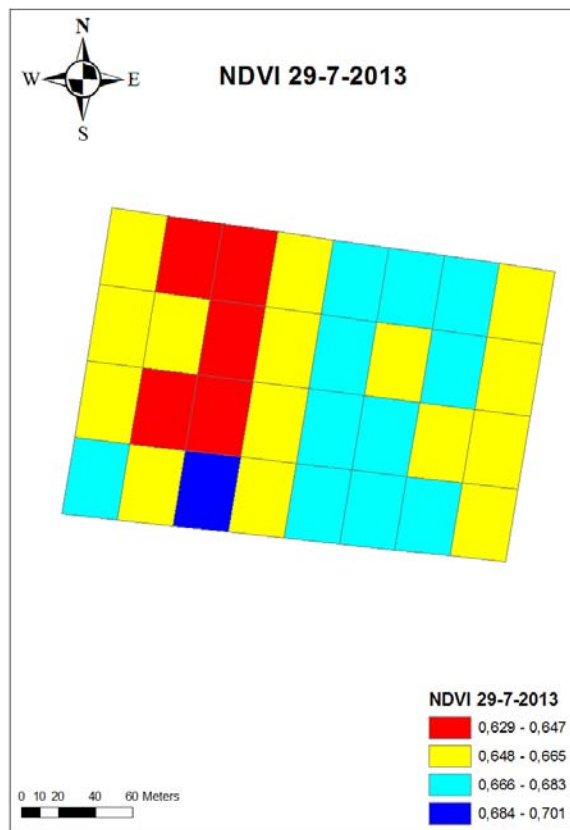
Στο ανατολικό τμήμα του αμπελώνα παρουσιάστηκε ο δείκτης NDVI να έχει χαμηλές τιμές υποδεικνύοντας ότι τα φυτά ήταν λιγότερο εύρωστα (Σχ. 3.21 – 3.23). Όμως από μακροσκοπική παρατήρηση που έγινε στο συγκεκριμένο τμήμα του αμπελώνα η ζωηρότητα των πρέμνων δεν συμβαδίζει με τις χαμηλές τιμές που παρουσιάζει ο δείκτης NDVI. Βέβαια οι πρώτες μετρήσεις έγιναν στις 6 Ιουνίου 2013, όταν η άμπελος βρίσκεται στο στάδιο της καρπόδεσης λίγες ημέρες μετά την ολοκλήρωση της άνθησης. Στη συγκεκριμένη περίοδο είχε ήδη γίνει έντονο ξεφύλλισμα ώστε να γίνεται σωστά η διαβροχή των σταφυλών, διότι λίγες ημέρες νωρίτερα έγινε εφαρμογή του χημικού αραιώματος, γεγονός που δικαιολογεί τις χαμηλές τιμές ένδειξης του αισθητήρα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μικρή παραλλακτικότητα των τιμών του δείκτη βλάστησης NDVI σε όλες τις μετρήσεις περιορίζει τις δυνατότητες χρησιμοποίησης των παραπάνω χαρτών στη διαμόρφωση ζωνών διαχείρισης. Ενδεχομένως η διενέργεια της συγκεκριμένης μέτρησης σε χρονική απόσταση από τα ξεφυλλίσματα θα μπορούσε να παρέχει μια πιο αξιόπιστη καταγραφή της χωρικής κατανομής της ζωηρότητας της αμπέλου.



Σχήμα 3.21 Μετρήσεις NDVI στις 6-6-2013



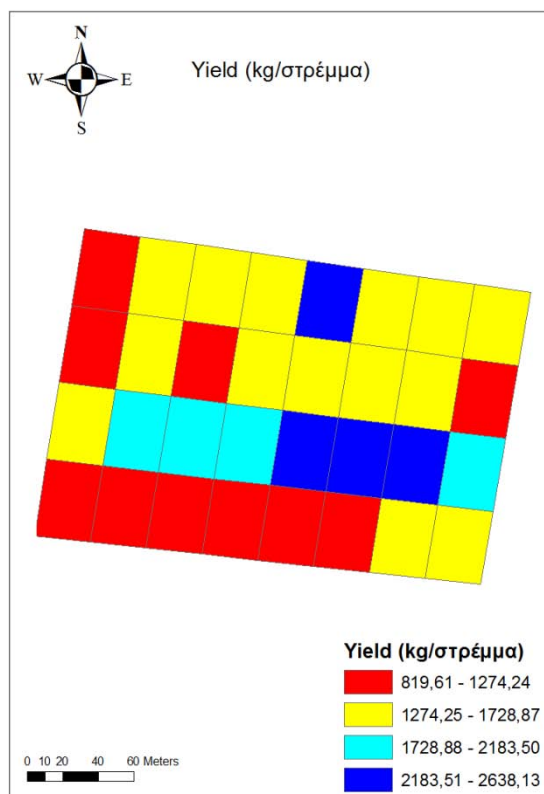
Σχήμα 3.22 Μετρήσεις NDVI στις 11-7-2013



Σχήμα 3.23 Μετρήσεις NDVI στις 29-7-2013

### 3.6 Χαρτογράφηση παραγωγής

Σύμφωνα με τον χάρτη παραγωγής η υψηλότερη παραγωγή στον αμπελώνα εντοπίστηκε στο ανατολικό κεντρικό τμήμα, ενώ το δυτικό και κυρίως το νότιο τμήμα παρουσίασε τις χαμηλότερες τιμές παραγωγής. Οι χαμηλότερες τιμές που εντοπίζονται κυμάνθηκαν από 819,61 έως 1274,24 kg/στρέμμα, ενώ οι υψηλότερες από 2183,51 έως 2638,13 kg/στρέμμα.



Σχήμα 3.24 Χάρτης παραγωγής (kg/στρέμμα)

Έτος παραγωγής: 2013

Σχολιασμός δεδομένων παραγωγής πειραματικού:

	Ημ/νία συγκομιδής	Kg	%
1 <sup>ο</sup> χέρι	15/9/2013	21807	69
συγκομιδής:			
2 <sup>ο</sup> χέρι	30/9/2013	9729	31
συγκομιδής:			
Άθροισμα 1 <sup>ο</sup> και 2 <sup>ο</sup> :		31.536	100

- Έκταση πειραματικού αγροτεμαχίου:  $(48 \text{ σειρές} * 2,85 \text{ m}) * 110 \text{ m} = 15,048 \text{ m}^2$
- Πλάτος πειραματικού: 136,8 m

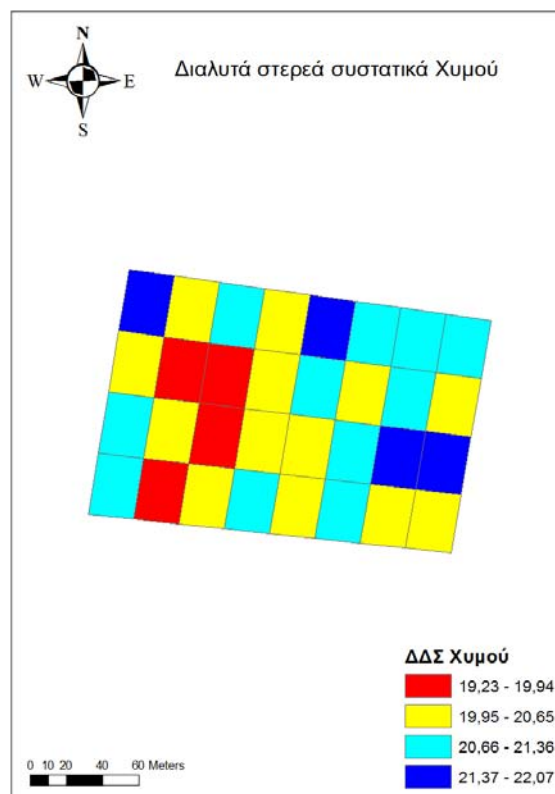
- Μήκος πειραματικού: 110 m
- Πραγματική απόδοση σε kg αγροτεμαχίου το στρέμμα: 2007 Kg/στρέμμα (με αφαιρούμενο το πραγματικό βάρος της συσκευασίας 1,3 Kg. Αντίθετα από τους εμπόρους η συσκευασία αφαιρείται ως 2 Kg)
- Πληρωτέα απόδοση σε kg αγροτεμαχίου το στρέμμα: 30,800 kg / 16,6 στρέμματα = 1853 kg/στρέμμα
- Μέσος όρος των σειρών: 474 kg
- Μέγιστο παραγωγής: 708 kg Περιέχεται στα plots A5, B5, C5, D5 (σειρά 27)
- Ελάχιστο παραγωγής: 244 kg Περιέχεται στα plots A4, B4, C4, D4 (σειρά 22)
- Κάτω από το μέσο όρο παραγωγής: plots A1-D1, A2-D2, A3-D3, A4-D4 (Σειρές 2-22 περίπου, πλην 6-7 σειρών)

### 3.7 Χαρτογράφηση ποιοτικών χαρακτηριστικών

Η ποιότητα των σταφυλιών αποτελεί βασικό παράγοντα που καθορίζει την τελική αξία του παραγόμενου προϊόντος. Ωστόσο, λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας και δυνατότητας χρήσης αισθητήρων απευθείας μέτρησης ποιοτικών παραμέτρων των σταφυλιών (Ben Ghozlen et al. 2010, Baluja et al. 2012a), υπάρχουν σχετικά λίγες αναφορές ερευνών που αφορούν τη μελέτη της παραλλακτικότητας των ποιοτικών χαρακτηριστικών των σταφυλιών (Baluja et al., 2013) ενώ οι περισσότερες σχετικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν σε μικρή χωρική ανάλυση (μικρό αριθμό δειγμάτων ανά μονάδα επιφάνειας). Στην παρούσα διατριβή έγινε λεπτομερής χαρτογράφηση και ανάλυση των κυριότερων ποιοτικών παραμέτρων της παραγωγής της αμπέλου, ο αριθμός των δειγμάτων σταφυλιών που πάρθηκαν ήταν 118 και ακολούθησε εφαρμογή του πλέγματος 17 m x 27 m (32 κελιά) σε κάθε μια από τις μετρήσεις και υπολογισμός του μέσου όρου των μετρήσεων για κάθε κελί. Οι παράμετροι των ποιοτικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν ήταν τα διαλυτά στερεά συστατικά ( $^{\circ}$ Brix), η ολική οξύτητα, το χρώμα, ο αριθμός και το βάρος των εμπορεύσιμων ραγών ανά βότρυ και το ποσοστό της ξηρής μάζας της ράγας.

Η χαρτογράφηση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών έδειξε τιμές από 19.23 έως 22.07  $^{\circ}$ Brix. Σύμφωνα με τα εμπορικά πρότυπα στη συγκεκριμένη ποικιλία οι αποδεκτές τιμές για διαλυτά στερεά συστατικά κυμαίνεται από 19 έως 21  $^{\circ}$ Brix.

Γενικά παρατηρήθηκε πως οι τιμές ήταν εμπορικά αποδεκτές σε όλο το κτήμα, με ελαφρώς αυξημένη τη συγκέντρωση των διαλυτών στερεών συστατικών στην ανατολική πλευρά του. Επίσης παρατηρήθηκε πιθανή συσχέτιση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα με την παραγωγή.

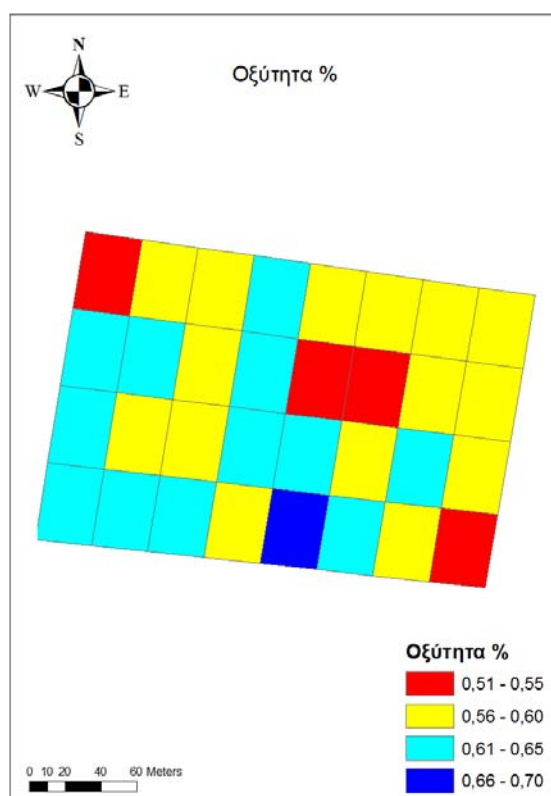


Σχήμα 3.25 Χάρτης Διαλυτά στερεά συστατικά χυμού

Πίνακας 3.12 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών των ΔΣΣ

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev	Variance	C.V.%
ΔΣΣ	32	2,84	19,23	22,07	20,62	0,68	0,46	3,31

Η ολική οξύτητα παρουσίασε σχετικά χαμηλό συντελεστή παραλλακτικότητας (C.V. = 6,40%). Η χωρική κατανομή των τιμών μας έδειξε ότι το δυτικό και νότιο τμήμα παρουσιάζει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά οξέα σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές. Σε γενικές γραμμές έχει αναφερθεί ότι οι ποιοτικές παράμετροι των σταφυλών εμφανίζουν μικρότερη χωρική παραλλακτικότητα (Bramley,2010).



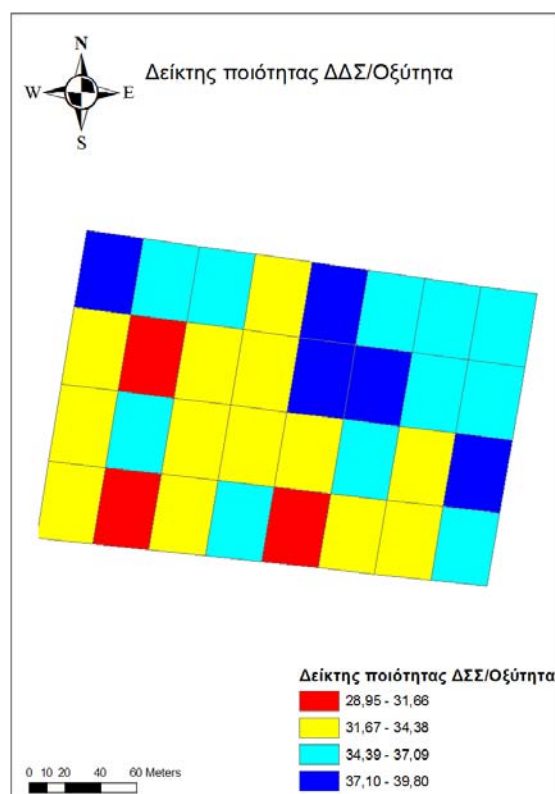
Σχήμα 3.26 Χάρτης Οξύτητας %

Πίνακας 3.13 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών της οξύτητας

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev	Variance	C.V.%
Οξύτητα %	32	0,194	0,506	0,700	0,597	0,038	0,00146	6,40



Για το δείκτη ποιότητας ΔΔΣ/οξύτητα ο συντελεστής παραλλακτικότητας ήταν σχετικά χαμηλός (C.V.= 7,65%). Παρατηρούμε ότι στο βόρειο-ανατολικό τμήμα του αμπελώνα ο δείκτης ποιότητας παρουσιάζει υψηλές τιμές 35-40 οι οποίες ικανοποιούν τις απαιτήσεις της ποικιλίας ενώ στο νότιο και κυρίως στο νότιο-ανατολικό κομμάτι η ποιότητα είναι πιο χαμηλή σε σχέση με τον υπόλοιπο αμπελώνα (Jayasena, 2007).

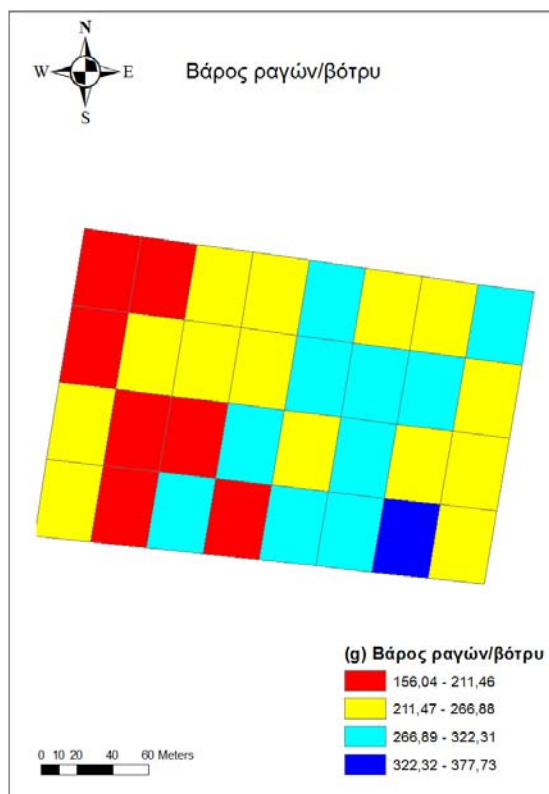


Σχήμα 3.27 Χάρτης ποιότητας ΔΔΣ/Οξύτητα

Πίνακας 3.14 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών του δείκτη ποιότητας

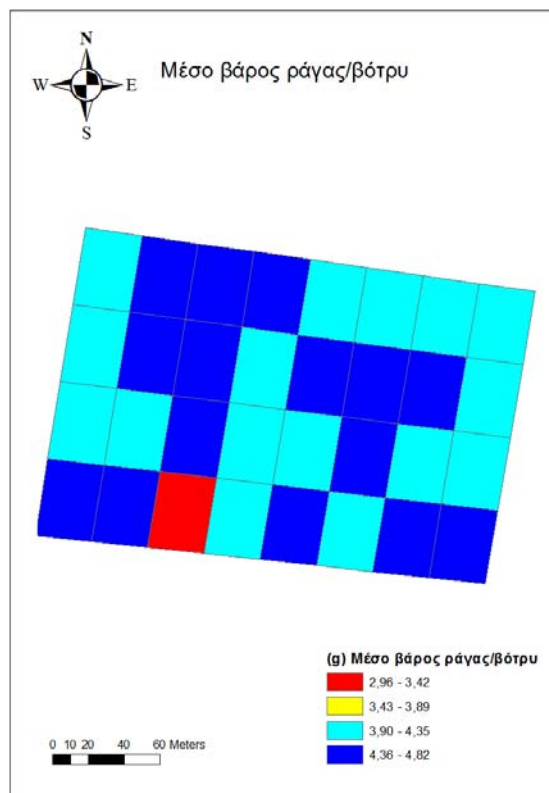
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev	Variance	C.V.%
ΔΔΣ /Οξύτητα	32	10,85	28,95	39,80	34,67	2,65	7,04	7,65

Το βάρος των ραγών ανά βότρυ σε ολόκληρο τον αμπελώνα παρουσίασε τιμές οι οποίες κυμαινόταν από 156 – 377 g. Η παραλλακτικότητα για το βάρος της ραγών ανά βότρυ ήταν υψηλή (C.V. = 20,27%), ενώ ο εμπορεύσιμος αριθμός ραγών ανά βότρυ και το βάρος της ράγας ανά βότρυ παρουσίασε υψηλή (C.V. = 19.69%) και χαμηλή παραλλακτικότητα (C.V. = 7,90%), αντίστοιχα.



Σχήμα 3.28 Χάρτης Βάρους ραγών/βότρυ

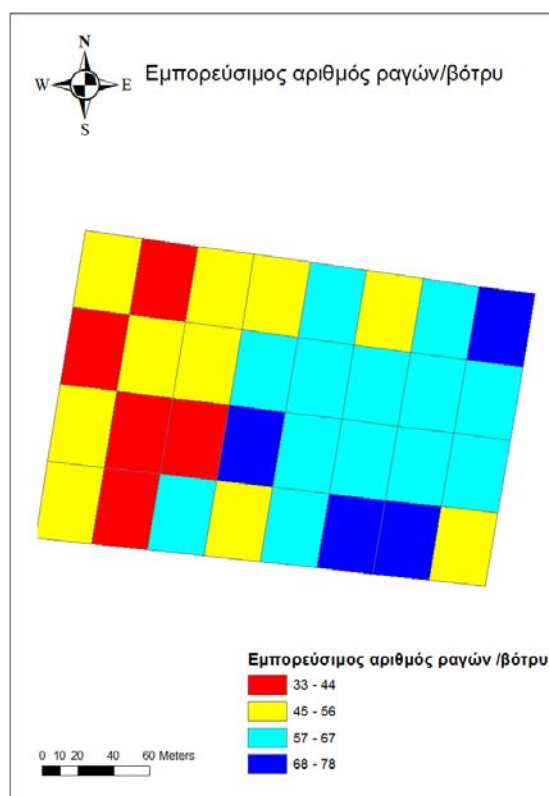
Το βάρος της ράγας σε ολόκληρο τον αμπελώνα παρουσίασε τιμές οι οποίες κυμάνθηκαν από 3.90–4.82 g, πλην ενός κελιού. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι σχετικά χαμηλός (C.V. = 7,90%). Παρατηρούμε από τις μετρήσεις ότι η χωρική κατανομή που διατυπώθηκε στο χάρτη της παραγωγής δεν αντικατοπτρίζεται και στο μέσο βάρος της ράγας ανά βότρυ, αλλά παρουσιάζεται ομοιομορφία. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε μετρήσεις που έχουν γίνει στη συγκεκριμένη ποικιλία, όταν η διάμετρος της ράγας είναι 17-18 mm, τότε το βάρος της



Σχήμα 3.29 Χάρτης Μέσου βάρους ραγών/βότρυ

υπερβαίνει τα 6,5 g ενώ στην προκειμένη περίπτωση δεν ξεπέρασε τα 5 g.

Στο ανατολικό τμήμα του αμπελώνα ο εμπορεύσιμος αριθμός ραγών ανά βότρυ ήταν αυξημένος σε σχέση με το δυτικό κομμάτι του αμπελώνα. Βάσει της ανάλυσης της φυλλοδιαγνωστικής φαίνεται πως η ανεπάρκεια Mg συνετέλεσε αρνητικά στο να αναπτυχθούν επαρκώς οι ράγες σε τέτοιο βαθμό ώστε να γίνουν εμπορεύσιμες. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας ήταν σχετικά υψηλός (C.V. = 19,69%).

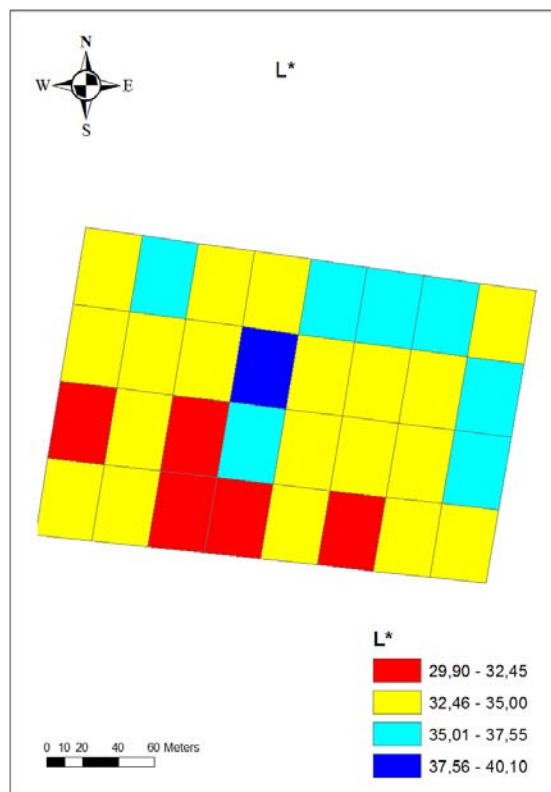


Σχήμα 3.30 Χάρτης Εμπορεύσιμου αριθμού ραγών/βότρυ

Πίνακας 3.15 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών της ανάπτυξης των σταφυλιών

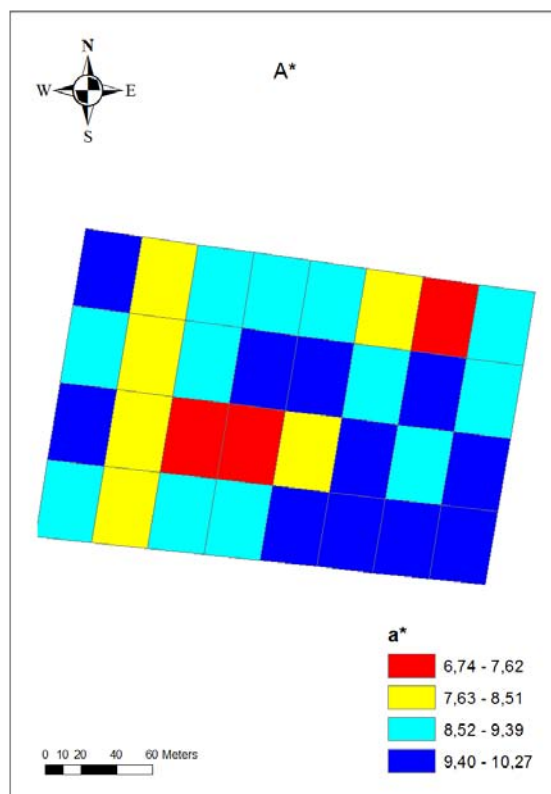
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev	Variance	C.V.%
B. συν. ραγών (g)	32	221,6	156,06	377,73	244	49,46	2446,69	20,27
B. ράγας (g)	32	1,86	2,96	4,82	4,35	0,34	0,12	7,90
Εμπ. αρ. ραγών (g)	32	44,34	33,33	77,67	56	10,95	120,10	19,69

Παρατηρούμε ότι το νοτιοδυτικό τμήμα του αμπελώνα παρουσιάζει τιμές χρώματος φλοιού  $L^*$  κοντινότερες στην τιμή 0 σε σχέση με τον υπόλοιπο αμπελώνα, συμπεραίνοντας ότι η μείωση της παραγωγής κάνει πιο σκουρόχρωμη τη ράγα. (Όσο πιο μεγάλο είναι το  $L^*$ , τόσο πιο φωτεινό –ανοικτό– είναι το χρώμα του καρπού).



Σχήμα 3.31 Χάρτης  $L^*$

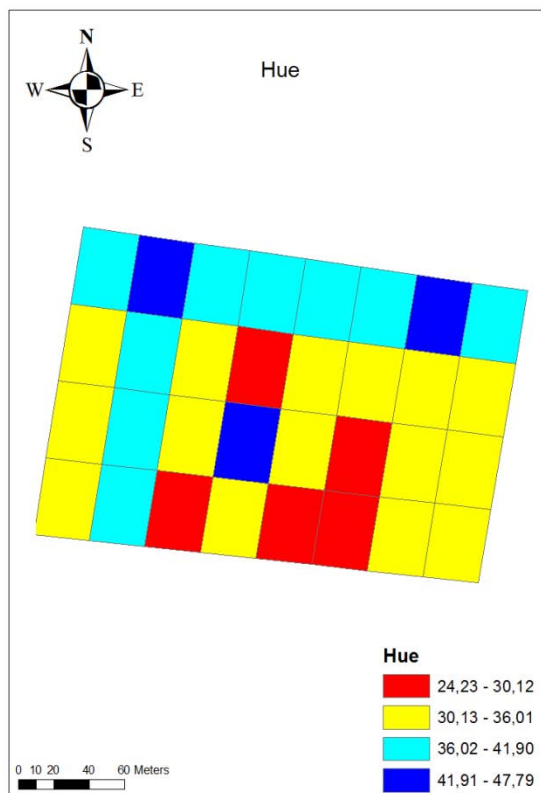
Η παράμετρος  $a^*$  παρουσίασε υψηλές τιμές στο ανατολικό κομμάτι της περιοχής συμπεραίνοντας ότι η βελτίωση της δομής του εδάφους συνετέλεσε θετικά τόσο στην αύξηση της παραγωγής όσο και στην αύξηση την περιεκτικότητας των ανθοκυανών στον καρπό. (Αν το  $a^*$  είναι θετικό και όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο κόκκινος είναι ο καρπός, αν είναι αρνητικό και όσο πιο μικρό είναι, τόσο πιο πράσινου - μπλε χρώματος είναι ο καρπός). Στο κεντρικό του όμως κομμάτι, όπου βρέθηκε και η υψηλότερη παραγωγή, βρέθηκε και το μικρότερο  $A^*$ , δηλ. το λιγότερο



Σχήμα 3.32 Χάρτης  $A^*$

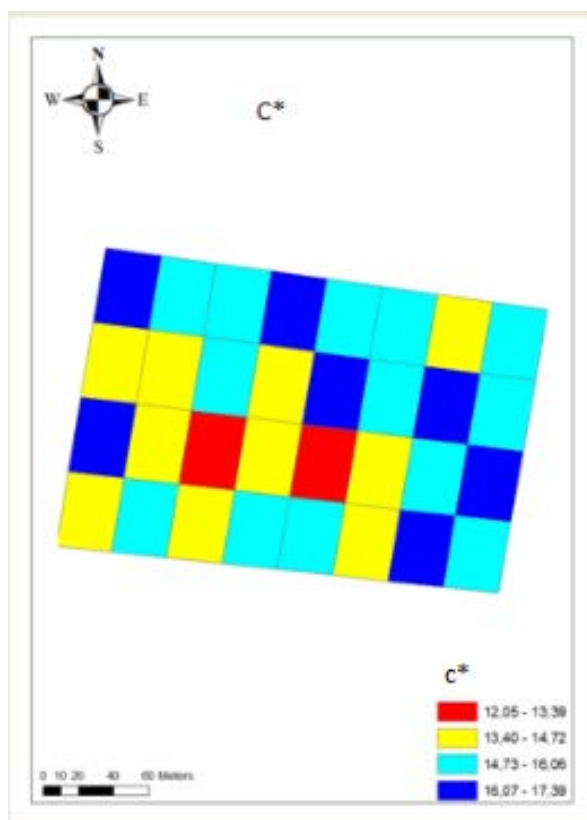
κόκκινο χρώμα. Οι παράμετροι  $L^*$  και  $a^*$  παρουσίασαν χαμηλή παραλλακτικότητα στον αμπελώνα (C.V. = 5.80% και C.V. = 9,78%, αντίστοιχα) σε αντίθεση με την παράμετρο  $b^*$  η οποία παρουσίασε υψηλή C.V. = 13.43%.

Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο τμήμα του αμπελώνα παρουσιάζει τιμές Hue κοντινότερες στην τιμή 0 σε σχέση με το βόρειο κομμάτι του αμπελώνα, συμπεραίνοντας ότι στο συγκεκριμένο σημείο τα σταφύλια είναι πιο κόκκινα. Επίσης οι σειρές 6 έως 12 με αρχή από δυτικά έχουν παρόμοια συμπεριφορά.



Σχήμα 3.33 Χάρτης Hue

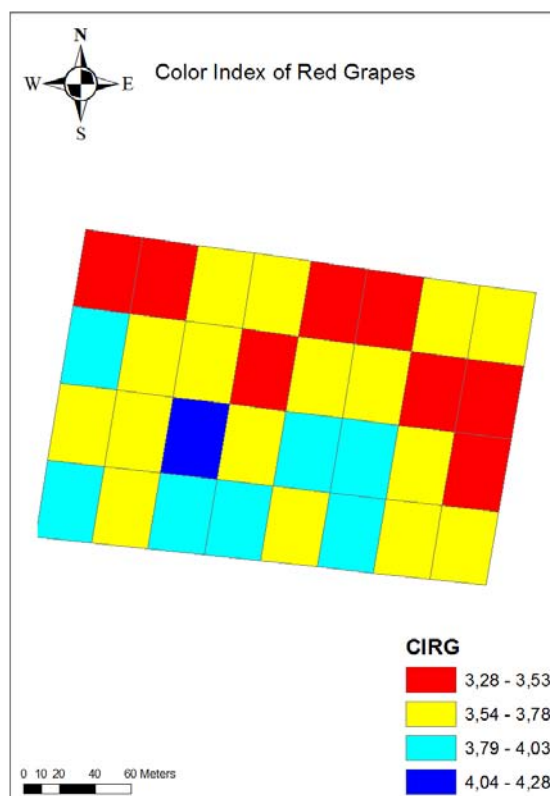
Η παράμετρος  $C^*$  μας δείχνει την καθαρότητα του χρώματος του καρπού η οποία αυξάνεται στο ανατολικό μέρος του αμπελώνα, ενώ έχει τη μικρότερη τιμή (λιγότερο καθαρό, πιο γκρι) στο κεντρικό τμήμα του αμπελώνα, που έχει τη μεγαλύτερη παραγωγή σταφυλιών. Οι παράμετροι  $C^*$  και  $h^*$  παρουσίασαν ιδιαίτερα χαμηλή παραλλακτικότητα στον αμπελώνα



Σχήμα 3.34 Χάρτης  $C^*$

(C.V. = 0,07% και C.V. = 0,20%, αντίστοιχα).

Ο συντελεστής παραλλακτικότητας ήταν ιδιαίτερα χαμηλός (C.V.= 0,054%). Στο νότιο και κεντρικό τμήμα του αμπελώνα οι τιμές παρουσιάζονται υψηλές, επίσης και οι πρώτες 6 σειρές από το δυτικό τμήμα έχουν παρόμοια συμπεριφορά. Στο υπόλοιπο τμήμα του αμπελώνα οι τιμές κυμαίνονται από 3,28 έως 3,78. Από μετρήσεις που εφαρμόστηκαν σε άλλους πειραματικούς αμπελώνες στην κοιλάδα του San Joaquin στην Καλιφόρνια, όπου και εκεί υπήρξε καθολική εφαρμογή του ρυθμιστή ανάπτυξης ethephon στο στάδιο του περκασμού, η μέση τιμή του δείκτη



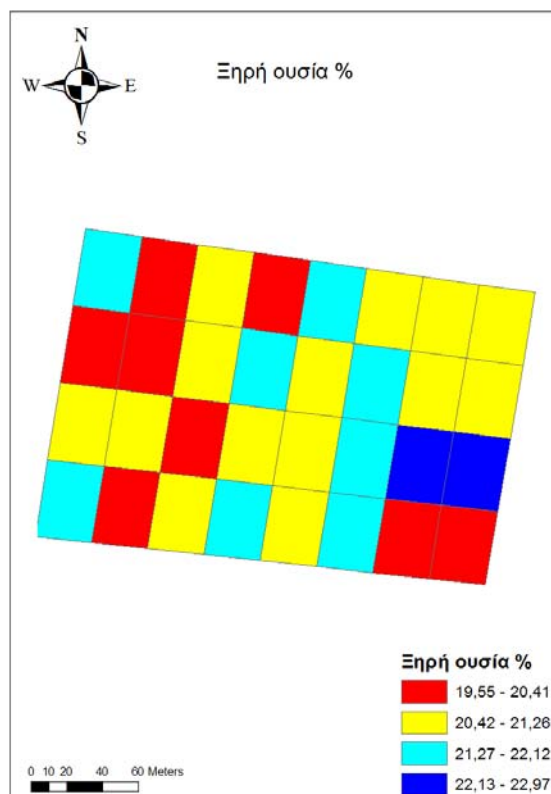
Σχήμα 3.35 Χάρτης Color index of Red Grapes

CIRG ήταν 3,5, ενώ στο δικό μας αμπελώνα 3,67, με τη δοσολογία που χρησιμοποιήθηκε στην Καλιφόρνια να είναι υποτριπλάσια της δική μας περίπτωσης (Celia, 2007).

Πίνακας 3.16 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών του χρώματος της ράγας

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev	Variance	C.V.%
L*	32	10.20	29.90	40.10	33.79	1.96	3.84	5.80
a*	32	3.53	6.74	10.27	8.96	0.87	0.76	9.78
b*	32	2.89	4.54	7.43	6.19	0.83	0.69	13.43
C*	32	5.34	12.05	17.39	15.15	1.07	1.15	0.07
hue	32	0.65	0.45	1.10	0.70	0.14	0.02	0.20
CIRG	32	1.00	3.28	4.28	3.67	0.20	0.04	0.05

Παρατηρούμε ότι το δυτικό κεντρικό τμήμα του αμπελώνα παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές ξηράς ουσίας σε σχέση με το ανατολικό κεντρικό τμήμα του αμπελώνα, συμπεραίνοντας ότι η μεταβολή της παραγωγής δεν συσχετίζεται άμεσα με τη μεταβολή της ξηράς ουσίας της ράγας. Σίγουρα πάντως το νότιο τμήμα του αμπελώνα είχε και χαμηλή παραγωγή και συχνά χαμηλό % ξηράς ουσίας. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας ήταν ιδιαίτερα χαμηλός (C.V.= 3,73%).



Σχήμα 3.36 Χάρτης ξηράς ουσίας %

Πίνακας 3.17 Βασικά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρήσεις του ποσοστού ξηράς ουσίας της ράγας

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev	Variance	C.V.%
Ξ.ουσία %	32	3,42	19,55	22,97	21,01	0,78	0,61	3,73



### 3.8 Συζήτηση χαρτών και συμπεράσματα

Μέσω της χαρτογράφησης των ιδιοτήτων του εδάφους, της φυλλοδιαγνωστικής αλλά και της ποιότητας προσδιορίστηκαν τμήματα του αμπελώνα που παρουσίασαν ομοιομορφία στη φυσιολογία και την ανάπτυξη της αμπέλου. Στα σημεία με υψηλή περιεκτικότητα με άμμο στο έδαφος, στο κεντρικό και δυτικό τμήμα του αμπελώνα, τα φυτά είναι πιθανό παρουσίασαν χαμηλότερη φυσιολογική δραστηριότητα, οδηγώντας σε μειωμένη βλαστική ανάπτυξη, χαμηλή παραγωγικότητα και χαμηλή ποιότητα (λόγος ΔΣΣ/οξύτητα <35 (Jayasena, 2007)). Η υδατική κατάσταση και η φυσιολογική λειτουργία των φυτών ήταν καλύτερη στο ανατολικό τμήμα, κυρίως λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του εδάφους σε άργιλο. Αυτά τα αποτελέσματα παρείχαν πολύτιμες πληροφορίες για την καλύτερη κατανόηση της ετερογένειας του αμπελώνα και την υλοποίηση της πιο αποτελεσματικής διαχείρισής του.

Οι ιδιότητες του εδάφους, η ανόργανη θρέψη και ο δείκτης NDVI των φύλλων των φυτών της αμπέλου, η παραγωγή και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σταφυλιών έδειξαν υψηλή χωρική παραλλακτικότητα παρά το μικρό μέγεθος του αμπελώνα (16 στρέμματα). Η υψηλή χωρική παραλλακτικότητα υποδεικνύει τη δυνατότητα διαχωρισμού του αμπελώνα σε ζώνες και την πραγματοποίηση μεταβλητών μεταχειρίσεων σε μεταβλητές δόσεις αναμένοντας σημαντικό οικονομικό και οικολογικό όφελος από την εφαρμογή, λόγω εξοικονόμησης εισροών και βελτιστοποίησης της παραγωγής και ποιότητας σε όλη την έκταση του αμπελώνα.

Οι παραχθέντες χάρτες μπορούν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της χωρικής παραλλακτικότητας της ζωνρότητας της αμπέλου με σκοπό τη στοχευμένη εφαρμογή των εισροών (άρδευση, λίπανση) και των αμπελοκομικών τεχνικών ανάλογα με τις ανάγκες κάθε ζώνης διαχείρισης.

Αντίθετα, ο δείκτης βλάστησης NDVI, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρύτατα για το χαρακτηρισμό της ζωνρότητας της αμπέλου, παρουσίασε χαμηλή παραλλακτικότητα κυρίως λόγω του μικρού εύρους των τιμών των μετρήσεων και της πραγματοποίησης τακτικών κορυφολογημάτων που τείνουν να ομαλοποιούν τη χωρική παραλλακτικότητα των ιδιοτήτων του φυλλώματος. Για το λόγο αυτό, ο δείκτης NDVI έδειξε να συσχετίζεται με τις παραμέτρους της παραγωγής μόνο στην αρχή της βλαστικής περιόδου. Αποδείχτηκε ότι μεγαλύτερη και πυκνότερη κόμη, που



αντιστοιχούσε σε υψηλότερες τιμές NDVI, στην αρχή της περιόδου αποτελούσε ένδειξη υψηλότερης δυνατότητας παραγωγής καθώς σήμαινε ότι τα φυτά ήταν πιο εύρωστα με αυξημένη φωτοσυνθετική ικανότητα που συνεπάγεται υψηλή δυναμικότητα παραγωγής. Συνεπώς, σε χρονιές που παρατηρείται ιδιαίτερα ξηρή άνοιξη προτείνεται η εφαρμογή πρώιμης άρδευσης η οποία θα ωθήσει την ανάπτυξη των φυτών της αμπέλου και θα τα προετοιμάσει ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στις ξηροθερμικές συνθήκες του καλοκαιριού.

Από τις αναλύσεις, θα μπορούσαν να παραχθούν χάρτες διαχείρισης δύο ζωνών οι οποίοι θα είναι ιδανικοί για την πραγματοποίηση λίπανσης σε μεταβλητές δόσεις του αμπελώνα. Χωρίζοντας τον αμπελώνα σε δύο ζώνες:

- Μία στο δυτικό τμήμα του αμπελώνα που αποτελεί περιοχές με υψηλή περιεκτικότητα σε άμμο στο έδαφος, μειωμένη γονιμότητα και σχετικά μικρή ικανότητα συγκράτησης της εδαφικής υγρασίας.
- Τον κεντρικό και ανατολικό τμήμα του αμπελώνα θα μπορούσε να αποτελέσει τη δεύτερη ζώνη διαχείρισης με αυξημένη γονιμότητα του εδάφους και συνεπώς ευρωστία του αμπελώνα.

Η πρώτη ζώνη (κεντρικά και δυτικά) που είναι και η πιο άγονη, απαιτεί σημαντικά λιγότερη λίπανση με κάλιο και αύξηση του μαγνησίου σε σύγκριση με τη δεύτερη ζώνη (ανατολικά) η οποία λόγω υψηλότερης συγκέντρωσης της αργίλου δεσμεύει ένα ποσοστό της χορηγούμενης λίπανσης του καλίου. Οι παραγόμενες ζώνες διαχείρισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή εισροών και μεταχειρίσεων σε μεταβλητές δόσεις (άρδευση, λίπανση κλπ) που οδηγεί σε πιο αποτελεσματική διαχείριση του αμπελώνα για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής και της ποιότητας του τελικού προϊόντος σε όλη την έκταση του αμπελώνα.

Οι χάρτες δύο ζωνών θα μπορούσαν ακόμα να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση κατευθυνόμενης δειγματοληψίας για φυλλοδιαγνωστική και για τον έλεγχο προσβολών από ασθένειες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Και αυτό γιατί οι ζώνες αυτές, εκτός των άλλων, εκφράζουν διαφορετικότητα στις ιδιότητες του εδάφους και στη ζωηρότητα των φυτών και αναμένεται η θρέψη των φυτών και η ανάπτυξη των ασθενειών να διαφέρει μεταξύ των ζωνών διαχείρισης.

## Ξερόγλωσση βιβλιογραφία

- Agati, G., Meyer, S., Matteini, P. & Cerovic, Z.G. (2007). Assessment of anthocyanins in grape (*Vitis vinifera* L.) berries using a noninvasive chlorophyll fluorescence method. *J. Agr. Food Chem.* 55:1053-1061.
- Aggelopoulou, K.D., Wulfsohn, D., Fountas, S., Gemtos, T.A., Nanos, G.D. & Blackmore S. (2010). Spatial variation in yield and quality in a small apple orchard. *Precis. Agric.* 11:538-556.
- Acevedo-Opazo, C., Tisseyre, B., Guillaume, S. & Ojeda, H. (2008). The potential of high spatial resolution information to define within-vineyard zones related to vine water status. *Precis. Agric.* 9, 285-302.
- Amberger, A., (1973). The role of manganese in the metabolism of plants. *Agrochimia* 17:69-83.
- Ampatzidis, Y.G., Vougioukas, S.G., Bochtis, D.D. & Tsatsarelis, C.A. (2009). A yield mapping system for hand-harvested fruits based on RFID and GPS location technologies: field testing. *Precis. Agric.* 10:63-72.
- Arno, J., Bordes, X., Ribes-Dasi, M., Blanco, R., Rosell, J.R. & Esteve, J. (2005). Obtaining grape yield maps and analysis of within-field variability in Raimat (Spain), In J. V. Stafford (Ed.), *Proceedings of the fifth European conference on precision agriculture*, pp. 899–906.
- Arnó, J., Martínez-Casasnovas, J.A., Ribes-Dasi, M. & Rosell, J.R. (2009). Review. Precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management, *Span. J. Agric. Res.* 7(4):779-790.
- Arno, J., Rosell, R., Blanco, R., Ramos, M.C. & Martinez-Casasnovas J.A. (2012). Spatial variability in grape yield and quality influenced by soil and crop nutrition characteristics. *Precis. Agric.* 13:393-410.

- Baluja, J., Diago, M.P., Balda, P., Zorer, R., Meggio, F., Morales, F. & Tardaguila, J. (2012). Assessment of vineyard water status variability by thermal and multispectral imagery using an unmanned aerial vehicle (UAV). *Irrigation Sci.* 30:511-522.
- Baluja, J., Diago, M.P., Goovaerts, P. & Tardaguila, J. (2012). Assessment of the spatial variability of anthocyanins in grapes using a fluorescence sensor Relationships with vine vigour and yield. *Precis. Agric.* 13:457-472.
- Ban, T., Ishimaru, M., Kobayashi, S., Shiozaki, S., Goto-Yamamoto, N. & Horiuchi, S. (2003). Abscisic acid and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid affect the expression of anthocyanin biosynthetic pathway genes in 'Kyoho' grape berries. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 78:586–589.
- Beevers, L. & Hageman, R.H. (1983). Uptake and reduction of nitrates: bacteria and higher plants. In: *Inorganic Plant Nutrition, Encycl. Plant Physiol.* 15:351-357, Springer, New York.
- Ben Ghazlen, N., Moise, N., Latouche, G., Martninon, V., Mercier, L., Besancon, E. & Cerovic, Z.G. (2010). Assessment of grapevine maturity using a new portable sensor: Non-destructive quantification of anthocyanins. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 44, 1-8.
- Best, S., Leon, K. & Claret, M. (2005). Use of precision viticulture tools to optimize the harvest of high quality grapes. In: *Proceedings of the Fruits and Nuts and Vegetable Production Engineering TIC (Frutic05) Conference* (pp. 249-258), Montpellier, France.
- Blackmore, S., Godwin, R. & Fountas, S. (2003). The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. *Biosystems Engineering* 84:(4)455-466.

- Blackmore, B.S., Griepentrog, H.W., Pedersen, M.S. & Fountas, S. (2002). Precision Farming in Europe. Book chapter in Precision Farming; A global perspective, edited by Ancha Srinivasan, The Haworth Press, Inc., USA. In press.
- Bowers, C.G., Roberson, G.T., Cassel, D.K., Naderman, G.C. & Brownie, C. (2001). Variable rate liquid nitrogen application for cotton and corn production. ASAE Annual International Meeting, Sacramento, CA, ASAE Paper No. 01-1201.
- Bramley, R.G.V. & Hamilton, R.P. (2004). Understanding variability in wine grape production systems: Within vineyard variation in yield over several vintages. *Aust. J. Grape Wine R.* 10:32-45.
- Bramley, R.G.V. (2001). Progress in the development of precision viticulture-variation in yield, quality and soil properties in contrasting Australian vineyards. In: Currie, L.D., & Loganathan, P. (Eds), Precision tools for improving land management, Occasional report No. 14. Fertilizer and Lime Research Centre (pp. 25-43), Massey University, Palmerston North.
- Bramley, R.G.V. (2003). Smarter thinking on soils survey. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal* 18(3):88-94.
- Bramley, R.G.V., Pearse, B. & Chamberlain, P. (2003). Being profitable precisely - a case study of precision viticulture from Margaret River. *Australian and New Zealand Grape Grower and Winemaker - Annual Technical Issue* 473:84-87.
- Bramley, R.G.V. (2010). Precision Viticulture: mapping vineyard variability for improved quality outcomes. In: A.G. Reynolds (Ed.), *Managing wine quality* (Vol. 1, pp. 445-480), Viticulture and wine quality, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.
- Bramley, R.G.V. (2005). Understanding variability in winegrape production systems 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11:33-45.

- Bramley, R.G.V., Trought, M.C.T. & Praat, J.P. (2011). Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: characterizing variation. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17:72-78.
- Bramley, R.G.V., Le Moigne, M., Evian S., Ouzman, J., Florin, L., Fadali, E.M., Hizne, C.J. & Cerovic, Z.G. (2011). On the go sensing of grape berry anthocyanins during commercial harvest development and prospects. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17:316-326.
- Buschmann, C. (2007). Variability and application of the chlorophyll fluorescence emission ratio red/far-red of leaves. *Photosynthesis Research* 92:261-271.
- Calcante, A., Mena, A. & Mazzetto, F. (2011). Optical devices evaluation for diagnosis of *Plasmopara viticola*. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 13(2):1-10.
- Cantin, C.M., Fidelibus, M.W. & Crisosto, C.H. (2007). Application of abscisic acid at veraison advances red color development and maintained postharvest quality of Crimson Seedless grapes. *Postharvest Biol. Tec.* 46:237-241.
- Carreno, J., Martinez, A., Almela, L. & Fernandez-Lopez, J.A. (1995). Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. *Food Res. Int.* 28:373-377.
- Carvajal-Millan, E., Carvallo, T., Orozco, J.A., Martinez, M.A., Tapia, I., Guerrero, V.M., Rascon-Chu, A., Llamas, J. & Gardea, A.A. (2001). Polyphenol oxidase activity, color changes, and dehydration in table grape rachis during development and storage as affected by n-(2-chloro-4-pyridyl)-n-phenylurea. *J. Agric. Food Chem.* 49:946-951.
- Cathey, H.M., 1964. Physiology of growth retarding chemicals. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 15:271-302.

- Channey, W.R., 2003. Tree growth retardants: Arborists discovering new uses for an old tool. Department of Forestry and Natural Resources at Purdue University. p. 3-5.
- Cerovic, Z. G., Moise, N., Agati, G., Latouche, G., Ben Ghazlen, N. & Meyer, S. (2008). New portable optical sensors for the assessment of winegrape phenolic maturity based on berry fluorescence. *J. Food Compos. Anal.* 21:650-654.
- Christensen, L.P. (2008). Effective and efficient management of table grape vineyard mineral nutrition. In: Proceedings of the San Joaquin Valley Table Grape Seminar, Visalia, California.
- Christensen, L.P. & Peacock, W.L. (2000). Mineral nutrition and fertilization. In: Raisin Production Manual. L.P. Christensen (Ed.), pp. 102-114. University of California Agriculture and Natural Resources, Oakland.
- Christensen, L.P. & Peacock, W.L. (1996). Potassium and boron fertilization in vineyards. Grape Notes, Newsletter from the University of California, Tulare County. Also available online at <http://cetulare.ucdavis.edu/pubgrape/pubgrape.htm#Nutrition>
- Christensen, P.(?). Use of Tissue Analysis in Viticulture. U.C.C.E. Pub.NG10-00.
- Christodoulou, A.J., Weaver, R.J. & Pool, R.M. (1968). Relation of gibberellin treatment to fruit set, berry development and cluster compactness in *Vitis vinifera* grapes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92:301–310.
- Cohen, Y., Alchanatis, V., Meron, M., Saranga, Y. & Tsipris, J. (2005). Estimation of leaf water potential by thermal imagery and spatial analysis. *J. Exp. Bot.* 56(417):1843-1852.
- Conradie, W.J. (2005). Partitioning of mineral nutrients and timing of fertilizer applications for optimum efficiency. In Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium, San Diego, California, 29-30 June,

2004. L.P. Christensen and D.R. Smart (Eds.), pp. 69-81. American Society of Enology and Viticulture, Davis, California.
- Conradie, W.J. (1980). Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture: I. Nitrogen. S. Afr. J. Enol. Vitic. 1(1):59-65.
- Conradie, W.J. (1981). Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture: II. Phosphorus, potassium, calcium and magnesium. S. Afr. J. Enol. Vitic. 2(1):7-13.
- Coombe, B.G. (1960). Relationship of growth development to changes in sugar, auxins and gibberellins in fruit of seeded and seedless varieties of *Vitis vinifera*, Plant Physiol. 35:241-250.
- Cortell, J.M., Halbleib, M., Gallagher, A.V., Righetti, T. & Kennedy, J.A. (2007). Influence of vine vigor on grape (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) anthocyanins. 1. Anthocyanin concentration and composition in fruit. J. Agric. Food Chem. 55:6575-6584.
- Crisosto, C.H., Garner, D. & Crisosto, G., 2002. Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from botrytis but accelerate rachis browning of 'Redglobe' table grapes. Postharvest Biol. Technol. 26:181-189.
- Crisosto, C.H., Mitchell, F.G. (2000). Postharvest handling systems: small fruits. I. Table grapes, Chapter 29. In: Kader, A.A. (Ed.), Postharvest Technology of Horticultural Crops, Third ed. DANR Publication #3311.
- Davies, P.J. (1988). Plant Hormones and their role in Plant Growth and development, Dordrecht: Kluwer.
- Dokoozlian, N.K., Klonsky, K.L., Katayama, D.G. & De Moura, R.L. (2004). Sample Costs to Establish and Produce Table Grapes, Crimson Seedless, San Joaquin Valley. University of California Cooperative Extension and the Department of Agricultural and Resource Economics. Davis, CA.

- Dokoozlian, N.K., Luvisi, D.A., Schrader, P.L. & Moriyama, M.M. (1994). Influence of trunk girdle timing and ethephon on the quality of Crimson Seedless table grapes. In: Rantz, J.M. (Ed.), International Symposium on Table Grapes Production Proceedings, June 28–29. Anaheim, CA, pp. 237–240.
- Dokoozlian, N.K. & Peacock W.L. (2001). Gibberellic Acid Applied at Bloom Reduces Fruit Set and Improves Size of ‘Crimson Seedless’ Table Grapes, *HORTSCIENCE* 36(4):706–709.
- Dokoozlian, N.K. (1998). Use of plant growth regulators in table grape production in California, p. 200–210. In: N.K. Dokoozlian (ed.). Proc. Univ. of California Table Grape Production Short Course, Visalia, Calif.
- Ehsani, R. & Karim, D. (2010). Yield monitors for specialty crops. In: Upadhyaya S., Giles K., Haneklaus S., & Schnug E. (Ed.): Advanced Engineering Systems for Specialty Crops: A Review of Precision Agriculture for Water, Chemical, and Nutrient. Johann Heinrich von Thünen-Institut Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Braunschweig, Germany.
- Elms, M.K. & Green, C.J. (1997). Spatial variability of yield in irrigated cotton. In: Dugger P. & Richter D.A. (Eds.), Proceedings Beltwide Cotton Conference (pp. 598-600), 6-10 January 1997, New Orleans, LA. National Cotton Council of America, Memphis, TN.
- Fountas, S., Aggelopoulou, K., Bouloulis, C., Nanos, G.D., Wulfsohn, D. & Gemtos T.A. (2011). Site-specific management in an olive tree plantation. *Precis. Agric.* 12:179-195.
- Gemtos, T.A., Fountas, S., Blackmore, S. & Greipentrog, H.W. (2002). Precision farming experience in Europe and the Greek potential. Εργασία που παρουσιάστηκε στο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Εφαρμογών Πληροφορικής στη Γεωργία, Αθήνα, Ιούνιος 2002.



- Gething, P.A. (1994). Η αλήθεια για το κάλι, Μεταφρ. Π. Κουκουλάκης Art og text, Θεσσαλονίκη Διεθνές Ινστιτούτο Καλίου.
- Grant, O., Tronina, L., Jones, H. & Chaves, M. (2007). Exploring thermal imaging variables for the detection of stress responses in grapevine under different irrigation regimes. *J. Exp. Bot.* 58:815-825.
- Hall, A., Lamb, D.W., Holzapfel, B.P. & Louis, J.P. (2011). Within-season temporal variation in correlations between vineyard canopy and winegrape composition and yield. *Precis. Agric.* 12:103-117.
- Hall, A., Louis, J. & Lamb, D. (2003). Characterising and mapping vineyard canopy using high-spatial-resolution aerial multispectral images, *Comput. Geosci.* 29:813–822.
- Hamid & Abou-Rawash, M. (2010). Effect of Defoliation and Fruit Thinning on Fruit Quality of ‘Crimson Seedless’ Grape. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 6(3):289-295.
- Hansen, P.M. & Schjoerring, J.K. (2003). Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression. *Remote Sens. Environ.* 86:542-553.
- Hedley, C.B. & Yule I.J. (2009). Soil water status mapping and two variable-rate irrigation scenarios. *Precis. Agric.* 10:342-355.
- He, Y., Guo, X. & Wilmshurst, J. (2006). Studying mixed grassland ecosystems I: suitable hyperspectral vegetation indices. *Can. J. Remote Sens.* 32:98-107.
- Hiratsuka, S., Onodera, H., Kawai, Y., Kubo, T., Itoh, H. & Wada, R. 2001. ABA and sugar effects on anthocyanin formation in grape berry cultured in vitro. *Sci. Hortic.* 90:121–130.
- Hofmann, Kopfer, Werner, (2003). Αμπελουργία. Βιολογική καλλιέργεια. Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.

- Hsiao, S.C., Chen, S.M., Yang, I.C., Chen, C.T., Tsai, C.Y. & Chuang, Y.K. (2010). Evaluation of plant seedling water stress using dynamic fluorescence index with blue LED-based fluorescence imaging. *Computers and Electronics in Agriculture* 72:127-133.
- Humphreys, M.T., Raun, W.R., Martin, K.L., Freeman, K.W., Johnson, G. V. & Stone M.L. (2004). Indirect Estimates of Soil Electrical Conductivity for Improved Prediction of Wheat Grain Yield. *Commun. Soil Sci. Plan.* 35(17 & 18):2639-2653.
- Imre, S.P., Mauk, J.L. & Bell, S. (2013). Dougherty Mapping grapevine vigour, topographic changes and lateral variation in soils. *J. Wine Res.* 24(1):1-18.
- Jackson, D.I. & Lombard, P.B.D. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. *Am. J. Enol. Viticult.* 44:409-430.
- Jayasena, V. & Cameron, I. (2008). °Brix/Acid ratio as a predictor of consumer acceptability of crimson seedless table grapes. *J. Food Quality* 31(6):736–750.
- Jensen, F.L. (1994). Table grape production in California, p. 26–30. In: J.M. Rantz (ed.). *Proc. First Intl. Symp. on Table Grape Production*, Anaheim, Calif., 28 and 29 June 1994.
- 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. Viticult.* 51(3):249-261.
- Jones, G.V., White, M.A., Cooper, O.R. & Storchmann, K. (2005). Climate Change and Global Wine Quality. *Climatic Change* 73(3):319-343.
- Jones, J.B. Jr. (1998). *Plant nutrition manual* CRC Roca Raton USA.
- Kataoka, I., Sugiura, A., Utsunomiya, N. & Tomana, T. (1982). Effect of abscisic acid

- and defoliation on anthocyanin accumulation in Kyoho grapes (*Vitis vinifera* L.×*V. labruscana* Bailey). *Vitis* 21:325–332.
- Kazmierski, M., Glemas, P., Rousseau, J. & Tisseyre, B. (2011). Temporal stability of within field patterns of NDVI in non irrigated Mediterranean vineyards. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 45:61-73.
- Keller, M. & Hrazdina, G. (1998). Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison: II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *Am. J. Enol. Viticult.* 49:341-349.
- Kim, Y. & Reid, J. (2004). Apple yield mapping using a multispectral imaging sensor. In: *Proceedings of the International Scientific Conference on Agricultural Engineering (AgEng)*, Leuven, Belgium.
- Kment, P., Mihaljevic, M., Ettlér, V., Sebek, O., Strnad, L. & Rohlova, L. (2005). Differentiation of Czech wines using multielement composition - A comparison with vineyard soil. *Food Chem.* 91:157-165.
- Kondo, N. & Ting, K.C. (1998). *Robotics for Bioproduction Systems*. ASAE Publication No. 05-98, St. Joseph, Michigan.
- Konopatzki, M.R.S., Souza, E.G., Nobrega, L.H.P., Uribe-Opazo, M.A., Suszek, G. & Rodrigues S. (2009). Pear tree yield mapping. *Acta Horticulturae (ISHS)* 824:303-312.
- Koundouras, S., Hatzidimitriou, E., Karamolegkou, M., Dimopoulou, E., Kallithraka, S., Tsialtas, J.T., Zioziou, E., Nikolaou, N. & Kotseridis, Y. (2009). Irrigation and rootstock effects on the phenolic concentration and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grapes. *J. Agric. Food Chem.* 57:7805-7813.
- Koundouras, S., Marinos, V., Gkoulioti, A., Kotseridis, Y. & van Leeuwen, C. (2006). Influence of vineyard location and vine water status on fruit

- maturation of nonirrigated cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effects on wine phenolic and aroma components. *J. Agric. Food Chem.* 54:5077-5086.
- Lamb, D.W., Weedon, M.M. & Bramley, R.G.V. (2004). Using remote sensing to predict phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard: Timing observations against vine phenology and optimising image resolution. *Aust. J. Grape Wine R.* 10:46-54.
- Lambert, D. & Griffin, T. (2004). Measuring the Pulse of Technology at the 7th International Precision Agriculture Conference. Purdue University, SSMC Newsletter, August, 2004.
- Lee, W.S., Alchanatis, V., Yang, C., Hirafuji, M., Moshou, D., & Li, C. (2010). Sensing technologies for precision specialty crop production. *Comput. Electron. Agr.* 74:2-33.
- Leinonen, I., Grant, O.M., Tagliavia, C.P.P., Chaves, M.M. & Jones, H.G. (2006). Estimating stomatal conductance with thermal imagery. *Plant Cell Environ.* 29:1508-1518.
- Liakos, V., Tagarakis, A., Aggelopoulou, K., Kleftaki, X., Mparas, G., Fountas, S. & Gemtos, T. (2011). Yield prediction in a commercial apple orchard by analyzing RGB and multi-spectral images of trees during flowering period. In: J. Stafford (ed.), *Precision Agriculture, Proceedings of the 8th European Conference on Precision Agriculture* (pp. 617-627), (Wageningen Academic Publishers, The Netherlands).
- Lieberman, M. (1979). Biosynthesis and action of ethylene. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 30:533-591.
- Lynn, C.D. & Jensen, F.L. (1966). Thinning effects of bloomtime gibberellin sprays on Thompson Seedless table grapes. *Amer. J. Enol. Viticult.* 17:283-289.

- Mazzetto F., Calcante A., Mena A. & Vercesi A. (2010). Integration of optical and analogue sensors for monitoring canopy health and vigour in precision viticulture. *Precis. Agric.* 11:636-649.
- Maynard, D.N., Barker, A.V., Minotti, P.L. & Peck, N.H. (1976). Nitrate Accumulation in Vegetables *Adv. Agron.* 28:71-118.
- McCauley J.D. (1999). Simulation of Cotton Production for Precision Farming. *Precis. Agric.* 1:81-94.
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27:1254-1255.
- Mengel, K., & Kirkby, E.A., (1987). Principles of plant Nutrition 4th Edition. International Potash Institute, Bern, Switzerland.
- Miller, W.M. & Whitney, J.D. (1999). Evaluation of weighing systems for citrus yield monitoring. *Applied Engineering in Agriculture* 15(6):609-614.
- Mills, H.A., & Jones, J.B. Jr. (1996). Plant Analysis and interpretation guide, Micro Macro Publishing Inc. USA.
- Mitchell, F.G., Guillou R. & Parsons, R.A. (1972). Commercial cooling of fruits and vegetables. University of California, Publication 43.
- Mitchell F.G. (1992). Postharvest systems: Small fruits (table grapes, strawberries, and kiwifruit). In *Postharvest Technology of horticultural crops*. University of California, Publication 3311.
- Moller, M., Alchanatis, V., Cohen, Y., Meron, M., Tsipris, J., Naor, A., Ostrovsky V., Sprintsin, M. & Cohen, S. (2007). Use of thermal and visible imagery for estimating crop water status of irrigated grapevine. *J. Exp. Bot.* 58(4):827-838.

- Mullins, M.G., Bouquet, A. & Williams, L.E. (1992). *Biology of the Grapevine*. Cambridge University Press, New York.
- Moore, T.C. (1979). *Biochemistry and physiology of plant hormones*. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, p 274.
- Mpelasoka, B.S., Schachtman, D.P., Treeby, M.T. & Thomas, M. (2003). A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Aust. J. Grape Wine R.* 9:154-168.
- Nelson, K.E (1979). *Harvesting and handling California table grapes for market*. University of California, Publication 4095.
- Ortega, R.A., Esser, A., & Santibanez, O. (2003). Spatial variability of wine grape yield and quality in Chilean vineyards: economic and environmental impacts. In: J.V. Stafford & A. Werner (Eds.), *Proceedings of the Fourth European Conference on Precision Agriculture* (pp. 499-506). Wageningen: (Wageningen Academic Publishers).
- Papageorgiou, E.I., Aggelopoulou, K.D., Gemtos, T.A. & Nanos, G.D. (2013). Yield prediction in apples using Fuzzy Cognitive Map learning approach. *Comput. Electron. Agr.* 91:19-29.
- Perez, J.F., Camilo, V., Retamales, J. (2000). Bioactive gibberellins in seeded and seedless grapes: Identification and changes in content during berry development, *Am. J. Enol. Vitic.* 51(4).
- Perez-Kuroki, A., Shanmuganathan, S., Scannavino, F., Sallis, P. & Narayanan, A. (2011). Establishing the correlation between soil and crop production to optimize wine quality. In: *Proceedings of the 19th International Congress on Modelling and Simulation*, Perth, Australia, 12-16 December 2011.
- Peacock, W.L., Christensen, L.P. & Hirschfeld, D. (1996). Best management practices for nitrogen fertilization of grapevines. *Grape Notes*,

Newsletter from the University of California, Tulare County. Also available online at <http://cetulare.ucdavis.edu/pubgrape/pubgrape.htm#Nutrition>.

Peacock, W.L., Christensen, L.P. & Broadbent, F.E. (1989). Uptake, storage and utilization of soil applied nitrogen by Thompson Seedless as affected by time of application. *Am. J. Enol. Vitic.* 40(1):16-19.

Peacock, W.L. & Christensen, L.P. (2005). Drip irrigation can effectively apply boron to San Joaquin Valley vineyards. *Calif. Agr.* 59(3).

Peacock, W.L. (1999). Potassium in soil and grapevine nutrition. *Grape Notes*, Newsletter from the University of California, Tulare County. Also available online at <http://cetulare.ucdavis.edu/pubgrape/pubgrape.htm#Nutrition>.

Peppi, M.C., Fidelibus, M.W. & Dokoozlian, N. (2006). Abscisic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation, and color of 'Flame Seedless' grapes. *Hortic. Sci.* 41:1440–1445.

Peppi, M.C., Fidelibus, M.W. & Dokoozlian, N. (2007). Application timing and concentration of abscisic acid affect the quality of 'Redglobe' grapes. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 82:304–310.

Perry, E.M., Dezzani, R.J., Seavert, C.F. & Pierce, F.J. (2010). Spatial variation in tree characteristics and yield in a pear orchard. *Precis. Agric.* 11:42-60.

Poni, S., Casalini, L., Bernizzoni, F., Civardi, S. & Intrieri, C. (2006). Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components and grape composition. *Am. J. Enol. Viticult.* 57:397-407.

Rademacher, W. (2000). Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Ann. Rev. Plant Physiol. Molecular Biol.* 51:501-531.

- Ribereau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B. & Lonvaud, A. (2006). Handbook of Enology, Microbiology of wine and Vinification. John Wiley and Sons, West Sussex, UK.
- Rinne, R.W. & Langston, R.G. (1960). Effect of growth on redistribution of some mineral elements in peppermint. *Plant Physiol.* 35:210-215.
- Rufty, T.W., Miner, G.S. & Raper, C.D. (1979). Temperature effects on growth and manganese tolerance in tobacco. *Agron. J.* 71:638-644.
- Santesteban L.G., Guillaume S., Royo J.B. & Tisseyre B. (2013). Are precision agriculture tools and methods relevant at the whole-vineyard scale? *Precis. Agric.* 14:2-17.
- Schueller, J.K., Whitney, J.D., Wheaton, T.A., Miller, W.M. & Turner, A.E. (1999). Low-cost automatic yield mapping in hand-harvested citrus. *Comput. Electron. Agr.* 23:145-153.
- Sepulveda, G. & Kliewer, W. (1986). Effect of High Temperature on Grapevines (*Vitis vinifera* L.). II. Distribution of Soluble Sugars. *Am. J. Enol. Viticult.* 37:20-25.
- Sigrimis, N. (2000). The 21st century expectations in IT. What are the limits. In: Proceedings of the XIV Memorial CIGR World Conference, Tsukuba, Japan.
- Spayd, S.E., Tarara, J.M., Mee, D.L. & Ferguson, J.C., 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *Am. J. Enol. Viticult.* 53:171–182.
- Stafford, J.V. (2000). Implementing precision agriculture in the 21st century, *J. Agr. Eng. Res.* 76(3):267-275.
- Stamatiadis, S., Taskos, D., Tsalidas, C., Christoforides, C., Tsalida, E. & Schepers, J.S. (2006). Relation of Ground-Sensor Canopy Reflectance to Biomass



- Production and Grape Color in Two Merlot Vineyards. *Am. J. Enol. Viticult.* 57:415-422.
- Stamatiadis, S., Taskos, D., Tsalida, E., Christoforides, C., Tsalidas, C. & Schepers, J.S. (2010). Comparison of passive and active canopy sensors for the estimation of vine biomass production. *Precis. Agric.* 11:306-315.
- Suarez, L., Zarco-Tejada, P.J., Sepulcre-Canto, G., Perez-Priego, O., Miller, J.R. Jimenez-Munoz, J.C. & Sobrino, J. (2008). Assessing canopy PRI for water stress detection with diurnal airborne imagery. *Remote Sens. Environ.* 112:560-575.
- Syaworotkin, G.S. (1958). The Boron Content of plants with latex system. *Spurelemente in der Landwirtschaft* 233-238. Akademie-Verlag Berlin.
- Tagarakis, A., Xatzinikos, A., Fountas, S. & Gemtos, T. (2006). Delineation of management zones in precision viticulture, In N. Dalezios, M. Salampanis, & S. Tzortzios (Eds.), *Proceedings of the international conference HAICTA (information systems in sustainable agriculture, agroenvironment and food technology)*, pp. 547–554.
- Tardaguila, J., Baluja, J., Arpon, L., Balda P. & Oliveira M. (2011). Variations in soil properties affect the vegetative growth and yield components of "Tempranillo" grapevines. *Precis. Agric.* 12:762-773.
- Taylor, J.A., Praat, J.P. & Bollen, A.F. (2007). Spatial variability of kiwifruit quality in orchards and its implications for sampling and mapping. *HortScience* 42(2):246-250.
- Thoren D. & Schmidhalter U. (2008). Nitrogen status and biomass determination of oilseed rape by laser-induced chlorophyll fluorescence. *Eur. J. Agron.* 30:238-242.
- Tisseyre, B., Mazzoni, C., Ardoin, N. & Clipet, C. (2001). Yield and harvest quality measurement in precision viticulture - Application for a selective vintage. In:

- G. Grenier & S. Blackmore (Eds.), Proceedings of the Third European Conference on Precision Agriculture (pp.133-138).
- Tucker, C.J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. 8(2):127–150.
- Tyystjarvi, E., Norremark, M., Mattila, H., Keranen, M., Hakala-Yatkin, M., Ottosen, C.O. & Rosenqvist, E. (2011). Automatic identification of crop and weed species with chlorophyll fluorescence induction curves. *Precis. Agric.* 12(4):546-563.
- Wample, R.L., Mills, L. & Davenport, J.R. (1999). Use of precision farming practices in grape production. In: P. Robert, R.H. Rust & W.E. Larson (Eds.), Proceedings of the IV International Conference on Precision Agriculture (pp. 897-905). Minneapolis, USA.
- Weaver, R.J. & Pool, R.M. (1971). Berry response of ‘Thompson Seedless’ and ‘Perlette’ grapes to application of gibberellic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:162–1662.
- Wilkinson, B. (1957). Boron in the glasshouse tomato plants. *Nature* 180:666.
- Williams, L.E. (1987). Growth of ‘Thompson Seedless’ grapevines: II: Nitrogen distribution. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2):330-333.
- Williams, L.E. & Biscay, P.J.. (1987). Partitioning of dry weight, nitrogen, and potassium in Cabernet Sauvignon grapevines from anthesis until harvest. *Am. J. Enol. Vitic.* 42(2):113-117.
- Whitney, J.D., Ling, Q., Miller, W.M. & Wheaton, T.A. (2001). A DGPS yield monitoring system for Florida citrus. *Appl. Eng. Agric.* 17(2):115-119.
- Woodham, R.C. & Alexander McE. (1966). The effect of root temperature on development of small fruiting Sultana Vines. *Vitis.* 5:345-350.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αγγελοπούλου, Α.Δ., Blackmore, S., Φουντάς, Σ., Γέμτος, Θ.Α. & Νάνος, Γ.Δ. (2007). Μελέτη χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας παραγωγής και ποιότητας σε οπωρώνες μηλιάς. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Λάρισα.
- Αλεξιάδης, Κ. (1980). Φυσική και Χημική Ανάλυση του Εδάφους. Εκδόσεις Σταμούλης. Θεσσαλονίκη.
- Βογιατζής, Δ. & Κουκουρίκου-Πετρίδου, Μ. (2003). Βιολογία Οπωροκηπευτικών φυτών Ι, η αύξηση και οι παράγοντες που τη ρυθμίζουν, εκδ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Καράταγλης, Σ. (1992). Φυσιολογία φυτών. Εκδόσεις Art of Text, Θεσσαλονίκη.
- Κανελλής, Α. 1998. Τεχνολογία μετασυλλεκτικών χειρισμών επιτραπέζιων σταφυλιών. Η αμπελουργία στην Κρήτη: Προβλήματα και προοπτικές. Interreg II.
- Μήτσιος, Ι. Κ. (2000). Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης, εκδόσεις Zymel, Αθήνα.
- Νικολάου, Ν.Α. (2008). Αμπελουργία.
- Νικολάου, Ν.Α. (2001). Θέματα και τεχνικές καλλιέργειας της αμπέλου. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Α.Π.Θ.
- Πασπάτης, Ε. (1998). Φυτορρυθμιστικές Ουσίες, εκδ. Αγρότυπος Α.Ε.
- Πασπάτης, Ε.Α. (1998). Φυτορρυθμιστικές Ουσίες (Φυτορμόνες). Ο ρόλος τους στα φυτά, οι εφαρμογές τους στις καλλιέργειες. Αγροτύπος, Αθήνα.
- Ρούμπος, Ι. (1996). Σύγχρονη αμπελουργία. Βιολογική και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών της αμπέλου. Εκδόσεις ΩΡΕΣ, Βόλος.

Σταύρακας, Δ.Ε. (1997). Μαθήματα Γενικής Αμπελουργίας, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Συμινής, Χ.Ι. (2012). Ανόργανη θρέψη και λίπανση της αμπέλου. Γεωργία – Κτηνοτροφία, 10:62-66.

Συμινής, Χ.Ι. (2012). Χλώρωση σιδήρου στην άμπελο. Γεωργία - Κτηνοτροφία, 10:67-68.

#### **Πηγές από το διαδίκτυο**

- Jamison Road. Spectrum Analytic Fertilizing grapes.  
<http://spectrumanalytic.com/>