

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

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**« Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΛΑΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ  
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ »**

**ΚΙΑΤΙΚΙΔΗΣ Π. ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2012**

**Η τριμελής επιτροπή αποτελείται από τους :**

Σ. Φουντά, Επίκουρο Καθηγητή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Επιβλέπων Καθηγητής

Θ. Γεμτο, Καθηγητή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Α. Δημήρκου, Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα πρωτίστως να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Σπύρο Φουντά καθώς επίσης και τον υποψήφιο Διδάκτορα. Αριστοτέλη Ταγαράκη για την πολύτιμη βοήθεια τους για να έρθει εις πέρας η παρούσα έρευνα. Καθώς επίσης και τους Καθηγητές κ. Θ.Γέμτο και την κα. Ανθούλα Δημήρκου για την κρίση της εργασίας αυτής ως μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Ευχαριστώ επίσης την κα. Κιατικίδου Ευφροσύνη, κα. Κουτή Ειρήνη και τον κ. Ζαχαρή Μιλτιάδη για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά την διάρκεια της συγγραφής. Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Τιμπλαλέξη Δημήτριο για την παραχώρηση του αγροτεμαχίου που παρείχε τις διευκολύνσεις κατά τη διάρκεια των μετρήσεων καθώς επίσης και Εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την παραχώρηση του Εργαστηρίου τους και την πραγματοποίηση των αναλύσεων. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γέμτο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας για τη βοήθεια του και τη στήριξη του για την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

## Περίληψη

Η Γεωργία Ακριβείας είναι μια νέα μορφή διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, που έχει ως στόχο να αντιμετωπίσει την παραλλακτικότητα των παραμέτρων που επηρεάζουν την γεωργική παραγωγή, όπως ο τύπος του εδάφους, το pH, τα θρεπτικά στοιχεία, η οργανική ουσία, το νερό, η προσβολή από ασθένειες, η εμφάνιση ζιζανίων κ.α. Η βασική ιδέα είναι ο διαχωρισμός μιας μεγαλύτερης έκτασης σε μικρότερα ομοιόμορφα τμήματα (ζώνες διαχείρισης - management zones) και η διαχείριση τους σύμφωνα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε μιας ζώνης.

Η ερευνητική μας δραστηριότητα έλαβε χώρα σε αμπελώνα συνολικής εκτάσεως 10 στρεμμάτων, του Δημητρίου Τυμπλαλέξη του Δημοτικού Διαμερίσματος Μικροθηβών, στο Δήμο Νέας Αγχιάλου Μαγνησίας. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να καταγράψει, να αναλύσει και να διαχειριστεί την παραλλακτικότητα των εδαφολογικών ιδιοτήτων που παρουσιάζει η καλλιέργεια της αμπέλου, εφαρμόζοντας πρακτικές Γεωργίας Ακριβείας

Αρχικά αναλύεται η Γεωργία Ακριβείας, όπου αναφέρονται οι δυνατότητές της και η σημασία που έχει η χωρική και η χρονική κλίμακα για τη λήψη ορθότερων διαχειριστικών αποφάσεων. Αναπτύσσονται τα εργαλεία της, με ιδιαίτερη αναφορά στην Τηλεπισκόπηση και τον ρόλο αυτής. Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενή αναφορά στα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας της αμπέλου.

Κατόπιν παραθέτουμε αναλυτικά, την πειραματική μας έρευνα καθώς επίσης και τα αποτελέσματα αυτής. Στόχος μας είναι η εφαρμογή των καλλιεργητικών εισροών, π.χ. λιπασμάτων, με διαφοροποιούμενη δόση, σύμφωνα με τις ανάγκες των ζωνών διαχείρισης που ορίστηκαν. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε ακριβέστερη εφαρμογή των κανόνων της ορθής γεωργικής πρακτικής, τη βελτίωση της οικονομίας στη γεωργία και την προστασία του περιβάλλοντος.

Συμπερασματικά τονίζεται η σημαντικότητα της Γεωργίας Ακριβείας που αποτελεί μια μέθοδο διαχειριστικής πρακτικής βασισμένη σε μια νέα νοοτροπία, που θα αλλάξει πολλά δεδομένα στη σύγχρονη γεωργική πρακτική

# Περιεχόμενα

<b>Ευχαριστίες</b>	3
<b>Περίληψη</b>	4
<b>Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή</b>	7
1.1 Γενικά	7
1.1.1 Ιστορικά Στοιχεία	8
1.2 Εφαρμογές-Στόχοι της Γεωργίας Ακριβείας	9
1.3 Τεχνολογίες Γεωργίας Ακριβείας	15
1.3.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographical Information Systems, G.I.S)	16
1.3.2 Παγκόσμια Συστήματα Καθορισμού Θέσης (Global Positioning Systems,- G.P.S)	18
1.3.3 Τηλεπισκόπηση	22
1.4 Φαινόμενη Ηλεκτρική Αγωγιμότητα του εδάφους (Apparent Electrical Conductivity, ECa)	26
1.4.1 Εδαφική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (Soil Electrical Conductivity,EC)	29
1.5 Ζώνες Διαχείρισης (Management Zones)	31
1.6 Τεχνολογία Εφαρμογής Μεταβλητής Δόσης (Variable Rate Technology)	33
<b>Κεφάλαιο 2. Αμπέλι</b>	34
2.1 Ιστορικά Στοιχεία Αμπέλου	34
2.2 Μορφολογία Φυτού	37
2.2.1 Ριζικό Σύστημα	37
2.2.2 Βλαστός – Οφθαλμός	39
2.2.3 Φύλλο	40
2.2.4 Αναπαραγωγικά Όργανα	42
2.3 Καλλιεργητικές Φροντίδες Αμπέλου	44
2.3.1 Λίπανση	46

2.3.2	Φυτοπροστατευτικές ανάγκες	47
2.3.3	Καλλιεργητικές Περιποιήσεις	57
2.4	Βασικά στοιχεία που περιέχονται στον καρπό	58
2.5	Απαιτήσεις σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία- Τροφοπενίες αμπέλου	60
2.6	Ποιοτικά χαρακτηριστικά--Ποικιλίες Αμπέλου	64

### **Κεφάλαιο 3. Υλικά και Μέθοδοι** 69

3.1	Περιοχή έρευνας	69
3.2	Ποικιλία αμπέλου “Αγιωργίτικο”	70
3.3	Δειγματοληψία εδάφους	71
3.3.1	Προσδιορισμός της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου (pH)	72
3.3.2.	Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης του εδάφους	73
3.3.3	Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας	73
3.3.4	Προσδιορισμός ελεύθερου CaCO <sub>3</sub>	76
3.3.5	Προσδιορισμός αφομοιώσιμου Καλίου	78
3.3.6	Προσδιορισμός α) Ολικών και β) Αφομοιώσιμων ποσοτήτων Χαλκού(Cu),Σιδήρου (Fe),Μαγγανίου(Mg)	79
3.4	Μετρήσεις στοιχείων παραγωγής	82
3.5	Μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών	84

### **Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα-Συζήτηση** 86

4.1	Δημιουργία τοπογραφικού ανάγλυφου του αμπελώνα	86
4.2.	Χαρτογράφηση της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας του αμπελώνα	87
4.3	Στατιστική ανάλυση	89
4.4.	Δειγματοληψία εδάφους- Εδαφολογικά χαρακτηριστικά	98
4.5	Παραγωγή και ποιοτικά χαρακτηριστικά	106

### **Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα** 109

<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>114</b>
---------------------	------------

# Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

## 1.1 Γενικά

Οι αγροί σπανίως είναι ομοιογενείς, καθώς παρουσιάζουν παραλλακτικότητα ως προς τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά τους. Η γεωργία είναι συνδυασμός κλίματος, εδάφους, γεωγραφικής τοποθεσίας, νερού, φυτού, μικροοργανισμών και πολλών άλλων παραμέτρων. Όσο ο άνθρωπος καλλιεργούσε τη γη για την κάλυψη των προσωπικών του αναγκών, οι εκτάσεις ήταν μικρές και έτσι υπήρχε άμεση επαφή με τον αγρό.

Η γεωργία όμως άλλαξε, ειδικά από το τέλος του 2<sup>ου</sup> παγκοσμίου πολέμου και μετά. Η αύξηση του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού οδήγησαν στην εντατικοποίηση της γεωργίας, με αποτέλεσμα την εκμηχάνισή της. Η παραγωγή τροφίμων και ινών αυξήθηκε με τρομερούς ρυθμούς λόγω των νέων τεχνολογιών, της μηχανοποίησης, της αυξημένης χρήσης των χημικών ουσιών, της εξειδίκευσης και των κυβερνητικών πολιτικών που ενθάρρυναν την μεγιστοποίηση της παραγωγής. (Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αγροτικών Συστημάτων, <http://8>)

Αν και αυτές οι αλλαγές είχαν πολλά θετικά αποτελέσματα και μείωσαν πολλούς κινδύνους μείωσης της παραγωγής στη γεωργία, είχαν όμως και αποτελέσματα επιβαρυντικά για το περιβάλλον. Η εφαρμογή συστημάτων συμβατικής γεωργίας, όπου οι επεμβάσεις πραγματοποιούνται χωρίς καμία απολύτως μελέτη, καθώς και με τον παραγωγό που καλλιεργεί έναν αγρό μεγάλης έκτασης και τον χειρίζεται ενιαία να εφαρμόζει ομοιόμορφη διαχείριση στο αγροτεμάχιο, χωρίς να λαμβάνει υπόψη την μορφολογία και τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει το κάθε τμήμα του αγρού. Για παράδειγμα εφαρμόζει σε όλο τον αγρό την ίδια λίπανση παρ' όλο που η γονιμότητα του εδάφους δεν είναι ίδια σε όλα τα τμήματα του αγρού με αποτέλεσμα ορισμένα τμήματα να υπερλιπαίνονται και να σπαταλούνται πόροι, ενώ άλλα να υπολιπαίνονται και να μειώνεται η παραγωγή. Επίσης είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους παραγωγής καθώς και την κατάρρευση της οικονομικής και κοινωνικής κατάστασης

των αγροτικών κοινοτήτων όπως και σε πολύ μεγάλο ποσοστό την μείωση των αγροτικών οικογενειών.

Επιπρόσθετα, μέγιστης σημασίας επίπτωση των μη ενδεδειγμένων καλλιεργητικών τεχνικών και του μη ορθολογισμού, είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με σημαντική ρύπανση των υπογείων υδάτων λόγω, της υπερβολικής και άσκοπης λίπανσης των καλλιεργούμενων εκτάσεων καθώς επίσης, και η σημαντική ελάττωση της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Στην προσπάθεια του ο άνθρωπος να βοηθήσει το περιβάλλον και να ανατρέψει τις συμβατικές μεθόδους που έως τώρα χρησιμοποιούσε, ανέπτυξε νέες τεχνολογίες στη γεωργία. Μια μέθοδος παραγωγής που εφαρμόζεται με μεγάλη επιτυχία στην Ευρώπη και μπορεί να οριστεί ως μια γεωργική προσέγγιση με σκοπό να βελτιστοποιήσει τη γεωργική παραγωγή μέσω της χρήσης των ουσιαστικών πληροφοριών της καλλιέργειας, της προηγμένης τεχνολογίας και των πρακτικών διαχείρισης είναι η μέθοδος της “Γεωργίας Ακριβείας”.

### **1.1.1 Ιστορικά Στοιχεία**

Στο παρελθόν, το μικρό μέγεθος των αγροτεμαχίων και ο περιορισμός τους από φυσικά όρια επέτρεπαν στους γεωργούς να παίρνουν υπόψη τους τη χωρική και χρονική παραλλακτικότητα, μεταβάλλοντας εμπειρικά τη διαχείριση τους από σημείο σε σημείο και από εποχή σε εποχή. Ωστόσο, με τη μεγέθυνση των αγροτεμαχίων, την εντατική παραγωγή και την εκμηχάνιση το τελευταίο μισό του 20ου αιώνα, δεν ήταν δυνατό να ληφθεί υπόψη η εντός του αγροτεμαχίου παραλλακτικότητα, χωρίς την ανάπτυξη της τεχνολογίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΠΣ).

Οι πρώτες αναφορές σχετικά με την ανάγκη για διαχείριση της παραλλακτικότητας στο αγροτεμάχιο έγιναν ήδη από την αρχή του 20ού αιώνα από τους Eden & Maskell (1928) και Linsley & Bauer (1929) ,(Handbook of precision agriculture: principles and applications, <http://1>), ενώ κατά τη δεκαετία του 1980, οι Johnson et al. (1983), (Johnson - University of Pennsylvania, <http://2>) προχώρησαν στην περιγραφή μιας



αυτόματης μηχανής Γεωργίας Ακριβείας. Η πρώτη πραγματική εφαρμογή, όμως, ήταν η κατασκευή συστήματος μίξης και διανομής λιπασμάτων σε κίνηση, που κατασκευάστηκε από την εταιρεία Soil Teq στις Η.Π.Α. (Fairchild, 1988, h://5) και το οποίο χρησιμοποιούσε πληροφορία από αεροφωτογραφία και εδαφικές αναλύσεις με βάση πλέγμα συντεταγμένων, για να παράγει ένα χάρτη εφαρμογής λιπασμάτων. Ο εντοπισμός της θέσης μέσα στο αγροτεμάχιο γίνονταν με στατικό υπολογισμό. (Νέα στρατηγική αγροτικής ανάπτυξης, <http://12>)

Το 1992 στις Η.Π.Α., επετράπη η λειτουργία ιδιωτικών συστημάτων διαστημικής Τηλεπισκόπησης, ενώ το 1993 πραγματοποιήθηκε στη Μινεσότα η πρώτη διεθνής συνάντηση με θέμα τη Γεωργία Ακριβείας (First Workshop on Soil-specific Crop Management). Το 1994, επίσης στις Η.Π.Α., επετράπη η ελεύθερη χρήση από τους πολίτες δορυφορικών δεδομένων με χωρική ανάλυση ενός μέτρου, ενώ η πρώτη ευρωπαϊκή συνάντηση για τη Γεωργία Ακριβείας πραγματοποιήθηκε στη Μ. Βρετανία, το 1997.

## **1.2 Εφαρμογές-Στόχοι της Γεωργίας Ακριβείας**

Έναν ορισμό που θα μπορούσαμε να δώσουμε για τη Γεωργία Ακριβείας είναι ότι, ως Γεωργία Ακριβείας ονομάζεται μια μέθοδος γεωργικής πρακτικής, μια στρατηγική διαχείρισης που χρησιμοποιεί τεχνολογίες που παρέχουν πληροφορίες προσδιορισμένες ως προς το χώρο ή και το χρόνο για να διαχειριστεί τα αγροκτήματα. Οι πληροφορίες δηλαδή αυτές φέρουν δεδομένα από πολλαπλές πηγές, που αφορούν τις αποφάσεις που είναι συνδεδεμένες, με την παραγωγή και απώτερο στόχο έχουν, να μεγιστοποιήσουν την οικονομική απόδοση της γεωργικής παραγωγής καθώς επίσης, ταυτόχρονα να ελαχιστοποιήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εισροές που απαιτεί η κάθε καλλιέργεια (Συλλαίος, 2000).

Με πιο απλά λόγια , θα μπορούσαμε να πούμε πως Γεωργία Ακριβείας είναι ένα σύστημα γεωργικής διαχείρισης που λαμβάνει υπόψη του την παραλλακτικότητα ενός αγρού προκειμένου να γίνει εφαρμογή αγροχημικών (λιπάσματα και

φυτοπροστατευτικά προϊόντα) και άλλων εισροών (όπως άρδευση, ποσότητα σπόρου, κατεργασία εδάφους) με αντικειμενικό και φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο.

Η Γεωργία Ακριβείας χρησιμοποιεί τη συλλογή, ανάλυση και διαχείριση μεγάλης ποικιλίας αγρονομικών πληροφοριών με σκοπό να διαπιστωθούν και να αντιμετωπισθούν οι πραγματικές ανάγκες κάθε τμήματος του αγρού και όχι με βάση μια ενιαία προσέγγιση (μέσος όρος) των αναγκών όλου του αγρού, όπως γίνεται σήμερα στην συμβατική γεωργία. Έτσι, από την αντιμετώπιση ενός αγρού σαν ενιαία μονάδα περνάμε στον διαχωρισμό του σε ζώνες διαχείρισης, στην διαφοροποιημένη εφαρμογή εισροών, αλλά και στην χαρτογράφηση της παραγωγής.



Φωτογραφία 1. Γεωργικός ελκυστήρας που χρησιμοποιείται στην Γεωργία Ακριβείας.  
Πηγή: Agricultural Research Service, USDA

Κύριος στόχος της Γεωργίας Ακριβείας είναι να εντοπίσει ζώνες εντός του αγρού με ιδιαίτερα κοινά χαρακτηριστικά όπου μπορεί να εφαρμοστεί παρόμοια διαχείριση. Αυτές οι ζώνες ονομάζονται ζώνες διαχείρισης. Ο εντοπισμός των περιοριστικών παραγόντων της παραγωγής σε κάθε ζώνη και η διόρθωση τους αναγκάζει τον παραγωγό να εφαρμόζει εισροές ανάλογα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις της κάθε ζώνης (Kitchen et. al., 2005).

Θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πως τα οφέλη της Γεωργίας Ακριβείας στις σύγχρονες καλλιέργειες είναι: α) οικονομικά, επειδή οι εισροές εφαρμόζονται στα σημεία και στις ποσότητες που απαιτούνται με αποτέλεσμα μείωση του κόστους παραγωγής, β) ποιοτικά, επειδή έχουμε την καλύτερη και πολλές φορές την βέλτιστη ποιότητα της παραγωγής μας, λόγω της διαχείρισης των εισροών που γίνονται

στοχευόμενα εκεί που χρειάζεται, γ) ποσοτικά, επειδή με τη στόχευση των εισροών επιτυγχάνεται υψηλή παραγωγή και δ) περιβαλλοντικά, μιας και ο παραγωγός εφαρμόζει τη διαχείριση του αγρού με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο (<http://57>). Έτσι θα λέγαμε πως η Γεωργία Ακριβείας είναι ένα πολύτιμο εργαλείο που βοηθά τον παραγωγό στην βελτίωση της οικονομικής απόδοσης της γεωργικής του εκμετάλλευσης, στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας των γεωργικών προϊόντων αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Στις μέρες μας ο αγροτικός πληθυσμός έχει την τύχη χάριν στην επιστήμη της γεωπονίας αλλά και της ερευνητικής δραστηριότητας που διεξάγεται, να απολαμβάνει ένα ευρύ φάσμα γνώσεων που θα του αποφέρει την παραγωγή υψηλότερων ποσοτήτων αγροτικών προϊόντων με σχετικά χαμηλό κόστος. Οι εξωτερικές επιρροές όπως το παγκόσμιο εμπόριο, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες καθώς και οι καταναλωτικές προτιμήσεις πιέζουν τη γεωργική βιομηχανία με αποτέλεσμα να ασχοληθεί εκτενέστερα με τη γεωργική έρευνα και να αναζητήσει έτσι νέες πρακτικές που θα δώσουν τα απαραίτητα κίνητρα για την υιοθέτησή τους.

Υπάρχουν πλέον τεχνικές για να πραγματοποιούνται ακριβείς μετρήσεις και να υπάρχει συνεχής ενημέρωση για την κατάσταση του καλλιεργήσιμου εδάφους. Η γνώση αυτών των τεχνικών, που είναι σημαντική για την υποστήριξη των νέων συστημάτων διαχείρισης, καθώς και η μελέτη των σχέσεων μεταξύ των καλλιεργειών, του καιρού, των παρασίτων και της βιολογίας του εδάφους θα πρέπει να γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Ευτυχώς, οι φορείς διαχείρισης της γεωργίας έχουν εκμεταλλευτεί όλες τις νέες τεχνολογίες με αποτέλεσμα να έχουμε μια εξέχουσα σημασίας αλλαγή στη διαχείριση της γεωργικής παραγωγής και κατ' επέκταση στη λήψη αποφάσεων που αφορούν αυτήν.

Η παραδοσιακή γεωργία διαχειρίζεται τη γη ως ένα μεγάλο αγροτεμάχιο και η εφαρμογή των διαφόρων χειρισμών πραγματοποιείται με τη βοήθεια μεγάλων μηχανημάτων σε ολόκληρη την επιφάνεια του χωραφίου. Εμπειρικά, ο παραγωγός γνωρίζει ότι δεν παίρνει την ίδια παραγωγή από όλη την έκτασή του, όμως η εφαρμογή των εισροών του γίνεται βασιζόμενη σε μέσους όρους σε ολόκληρο το χωράφι του. Θα πρέπει συνεπώς ο σύγχρονος καλλιεργητής να ελέγχει την απόδοση

της καλλιέργειάς του και σε όλα τα επιμέρους τμήματα του αγροτεμαχίου του που αυτά μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο αποδοτικά από κάποια άλλα. Η αποτελεσματική διαχείριση του κάθε αγροτεμαχίου σε σημεία μικρότερης κλίμακας μπορεί να επιτευχτεί σήμερα με την εφαρμογή νέων τεχνολογιών και βάση των πληροφοριών που θα παίρνει ο παραγωγός, σε συνδυασμό βέβαια με τις πρακτικές καλλιέργειας των προηγούμενων χρόνων (ιστορικά στοιχεία).

Μπορούμε να πούμε λοιπόν, πως η Γεωργία Ακριβείας είναι ένα σχέδιο διαχειριστικών εφαρμογών χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες που παρέχουν πληροφορίες από διάφορες πηγές που μας δίνουν ένα πλήθος δεδομένων που πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας για τη σωστή λήψη αποφάσεων, όσον αφορά τη διαχείριση των αγροτεμαχίων. Η συγκέντρωση των δεδομένων σε κατάλληλη κλίμακα και συχνότητα, η ερμηνεία και ανάλυση αυτών των δεδομένων και η εφαρμογή της διαχειριστικής λύσης σε κατάλληλη κλίμακα και σε κατάλληλο χρόνο είναι καίρια σημεία όπου βασίζεται η Γεωργία Ακριβείας.

Ως αποτέλεσμα της εφαρμογής της Γεωργίας Ακριβείας είναι ένας καινοτόμος τρόπος που διαχειρίζεται τις αποφάσεις των ενεργειών που πρέπει να κάνουμε στο χωράφι λαμβάνοντας υπόψη τη χωρική και χρονική παραλλακτικότητα στα συστήματα παραγωγής. Η διαχείριση αυτής ακριβώς της μεταβλητότητας είναι η καρδιά της Γεωργίας Ακριβείας όπου με την εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών αποτελεί την βασική της διαφορά από τη συμβατική διαχείριση.

Διακρίνουμε τρεις μορφές παραλλακτικότητας, με πρώτη τη χωρική παραλλακτικότητα η μεταβολή των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των καλλιεργειών και του εδάφους, με την αλλαγή θέσης μέσα στο αγροτεμάχιο. Δεύτερη είναι η χρονική παραλλακτικότητα που μπορούμε να την κατανοήσουμε ως τη μεταβολή των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των καλλιεργειών σε σχέση με τον χρόνο. Τρίτη και τελευταία είναι η προβλεπτική παραλλακτικότητα όπου είναι η μεταβολή στο χώρο, της διαφοράς μεταξύ προβλεπόμενων και πραγματικών τιμών αποδόσεων (Συλλαίος, 2000).

Η Γεωργία Ακριβείας έχει τέσσερα στοιχεία: τη συλλογή δεδομένων σε κατάλληλη κλίμακα, την ερμηνεία και την ανάλυση αυτών των δεδομένων, και την εφαρμογή μιας διαχειριστικής πολιτικής σε κατάλληλη κλίμακα και κατάλληλη χρονική στιγμή. Επίσης ο κάθε παράγοντας έχει τη δική του κλίμακα μεταβλητότητας.

Σε μια περιοχή η διαχείριση των εντόμων και η καιρική πρόβλεψη για τις διαχειριστικές αποφάσεις των καλλιεργειών είναι παραδείγματα των μεταβλητών που ρυθμίζονται σε μια κλίμακα μεγαλύτερη από το μεμονωμένο αγροτεμάχιο και η διάδοση των παρασίτων μπορούν να ποικίλουν σημαντικά σε επίπεδο μικρότερης κλίμακας μέσα στο αγροτεμάχιο και πέρα από την περίοδο ανάπτυξης. (Γεωργία Ακριβείας, <http://16>)

Άλλοι παράγοντες είναι εδαφολογικοί, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται η υφή, η δομή, η οργανική ουσία, η υδατοϊκανότητα, τα θρεπτικά στοιχεία, η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (CEC), η σκληρότητα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, το βάθος του επιφανειακού εδάφους, κ.ά.. Επιπρόσθετα, στους βιολογικούς παράγοντες συμπεριλαμβάνονται οι μικροβιακοί πληθυσμοί του εδάφους, οι πληθυσμοί των ζιζανίων, οι πληθυσμοί των εντόμων, οι ασθένειες, η ανάπτυξη της καλλιέργειας και η απόδοση της συγκομιζόμενης καλλιέργειας. Η πιο συνήθης βιολογική παράμετρος που παραλλάσσει είναι η απόδοση της καλλιέργειας, η διαφορά της οποίας από σημείο σε σημείο είναι πολλές φορές εντυπωσιακή. (Φωτίου και Πικριδάς,, 2003 Το δορυφορικό σύστημα GPS)

### **1.3 Τεχνολογίες Γεωργίας Ακριβείας**

Η Γεωργία Ακριβείας χρησιμοποιεί διάφορες τεχνολογίες με εφαρμογή σε αρκετές διαχειριστικές πρακτικές. Κάθε τομέας που παρέχει πληροφορίες όπως μικροηλεκτρονική, αισθητήρες, υπολογιστές, τηλεπικοινωνίες είναι μια εξελικτική διαδικασία συνεχούς βελτίωσης.

Η έρευνα και η εξέλιξη πολλών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στη Γεωργία Ακριβείας αναπτύχθηκαν έξω από τη γεωργική κοινότητα. Στον προηγούμενο αιώνα,

εξελίξεις όπως η μηχανή εσωτερικής καύσεως, η ηλεκτρική δύναμη, το τηλέφωνο, και οι μετεωρολογικοί δορυφόροι αναπτύσσονται έξω από τη γεωργία και έχουν εισαχθεί στον τομέα της γεωργίας. Οι τεχνολογίες Γεωργίας Ακριβείας όπως το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού (GPS), τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS), και η τηλεπισκόπηση έχουν τον πυρήνα ανάπτυξής τους έξω από τη γεωργία.

Οι αισθητήρες καλλιεργειών και εδάφους που λειτουργούν στα αγροτικά μηχανήματα, οι λιπασματοδιανομείς και τα συστήματα χαρτογράφησης παραγωγής είναι τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο του τομέα της γεωργίας από την βιομηχανία. Η Γεωργία Ακριβείας περιλαμβάνει την ολοκλήρωση αυτών των τεχνολογιών πληροφοριών με την αγρονομική γνώση.

Έτσι λοιπόν για την εφαρμογή των συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας έχουμε τεχνολογίες με α) συστήματα καταγραφής της μεταβλητότητας δηλαδή συσκευές συλλογής δεδομένων στον αγρό όπως είναι οι αισθητήρες καταγραφής της υγρασίας και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του εδάφους, οι εργαστηριακές αναλύσεις του εδάφους, το σύστημα προσδιορισμού θέσης ενός σημείου (GPS), η τηλεπισκόπηση και οι αεροφωτογραφίες. β) συστήματα που διαχειρίζονται και αξιοποιούν τις παραπάνω πληροφορίες που συγκεντρώνονται όπως τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) που παρέχουν λογισμικό δημιουργώντας τους αντίστοιχους χάρτες και γ) συστήματα μεταβαλλόμενης εφαρμογής, δηλαδή μηχανήματα και όργανα για την εφαρμογή των διαφοροποιημένων εισροών όπως λιπασματοδιανομείς με ικανότητα επιλεκτικής εφαρμογής του λιπάσματος, συστήματα μεταβλητής άρδευσης, φυτοπροστατευτικά προϊόντα κ.α. (<http://57>).

Στον προσδιορισμό των ιδιοτήτων του εδάφους μπορούν να χρησιμοποιηθούν η τηλεπισκόπηση (για την τοπογραφία, το χρώμα, την οργανική ουσία, την υγρασία, την αλατότητα, τα οξείδια σιδήρου, κ.ά.), οι αισθητήρες (για την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την υγρασία, τη σκληρότητα, κ.ά.) και οι χωρικά προσδιορισμένες εδαφολογικές αναλύσεις (για όλες τις εργαστηριακά μετρήσιμες ιδιότητες).

### 1.3.2 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographical Information Systems, G.I.S)

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, είναι απαραίτητα για την Γεωργία Ακριβείας. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών δεν θεωρούνται ένα μεμονωμένο εργαλείο. Πρόκειται για ένα οργανωμένο σύνολο συστημάτων βασισμένα σε υπολογιστή και λογισμικό καθώς και σε γεωγραφικά δεδομένα και προσωπικό. Είναι ψηφιακά συστήματα σχεδιασμένα να υποστηρίζουν την λήψη, την αποθήκευση, την ενημέρωση, την επεξεργασία, την διαχείριση, την ανάλυση καθώς και την παρουσίαση των χωρικών δεδομένων (<http://56>).

Θεωρείται ένα εργαλείο έξυπνου χάρτη , το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου ,να δημιουργήσουν ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα , να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα και να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα όπως εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων ή σε ψηφιακά μέσα όπως αρχεία χωρικών δεδομένων. Οι αποφάσεις λαμβάνονται μετά από εκτίμηση διαφόρων δεδομένων που χαρακτηρίζονται ως πληροφορίες και είναι συνδεδεμένες με τον χώρο.

Η έννοια της πληροφορίας δεν πρέπει να συγχέεται με την έννοια του στοιχείου ή των δεδομένων. Τα στοιχεία είναι τα κύρια συστατικά από τα οποία αντλούνται ή αποτελούνται πληροφορίες. Η αντιστοίχιση χώρου και πληροφοριών οδηγεί στην έννοια της γεωγραφικής πληροφορίας. Τα δεδομένα αυτά αποτυπώνονται σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων και αντίστοιχα ονομάζονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Η χρησιμότητα όλων αυτών των συστημάτων έγκειται, α) στην διαχείριση των πληροφοριών του γεωγραφικού χώρου συνδεδεμένα με γεωμετρικά δεδομένα δηλαδή συντεταγμένες, β) σε πληροφοριακά (θεματικά) δεδομένα, γ) στην παραγωγή αποτελεσμάτων υπό μορφή χαρτών που ονομάζονται θεματικοί χάρτες καθώς και

στην αναθεώρηση αυτών των χαρτών, δ) στην εφαρμογή πληροφοριών από πολλούς χρήστες, ε) στην καλύτερη ποιότητα, στην μεγάλη παραγωγικότητα λόγω ικανότητας πρόβλεψης της παραγωγής, χαμηλότερο κόστος λόγω της αποτελεσματικότερης χρήσης των εισροών (λιπάσματα, άρδευση).

Η διαφοροποίηση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών από τα υπόλοιπα συστήματα, είναι ότι μπορούν να δημιουργήσουν επίπεδα πληροφοριών τα οποία επικαλύπτουν την ίδια γεωγραφική θέση σχετικές με το ανάγλυφο της Γης, τα στοιχεία και τα χαρακτηριστικά που την απαρτίζουν. Παραδείγματος χάριν, μια περιοχή μπορεί να έχει διάφορα επίπεδα πληροφοριών όπως υψόμετρα, κλίσεις, πηγές, γεωτρήσεις, μέση θερμοκρασία και υγρασία, ετήσια ποσότητα βροχόπτωσης, κτηνοτροφικές και αγροτικές περιοχές και πολλά άλλα.(National Research Council,1977).

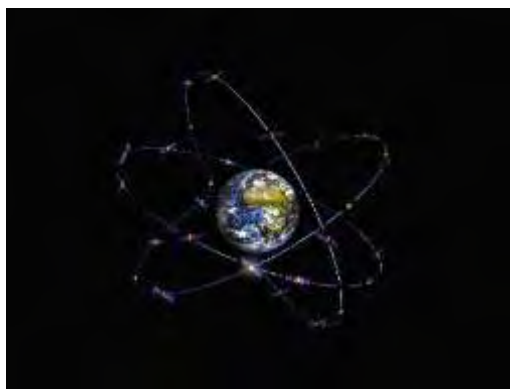
Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν όμως και ένα μεγάλο μειονέκτημα. Είναι η δυσκολία εκμάθησης και εφαρμογής του λογισμικού από τους χρήστες με αποτέλεσμα η ερμηνεία των χωρικών στοιχείων να αμφισβητείται. Ολοένα όμως και περισσότερες έρευνες γίνονται για ευκολότερα G.I.S συστήματα που να πραγματοποιείται η εφαρμογή αυτών από ολόκληρη την γεωργική κοινότητα.(Longley et.all, 2005).

### **1.3.2 Παγκόσμια Συστήματα Καθορισμού Θέσης (Global Positioning Systems, - G.P.S)**

Θεμέλιος λίθος στην Γεωργία Ακριβείας είναι το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης ( Global Positioning System ) γνωστό ως G.P.S. Είναι ένα δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης, ταχύτητας και διανομής χρόνου.

Ένα δίκτυο από 24 έως 36 δορυφόρους μέσης γήινης τροχιάς μεταδίδουν ακριβή σήματα μικροκυμάτων.





Φωτογραφία 2. Πλήθος δορυφόρων  
Πηγή: ESA

Ο βασικός προορισμός του συστήματος αυτού, από το 1978 οπότε έγινε η εκτόξευση του πρώτου δορυφόρου, είναι ο έλεγχος της κίνησης πλοίων, οχημάτων και αεροπλάνων σε παγκόσμια κλίμακα όπου η μεγάλη του αξιοπιστία και η εύκολη πρόσβαση από οποιονδήποτε καθιστούν το G.P.S χρήσιμο σε πολλές εφαρμογές. (Ψηφιακή Γεωργία Ακριβείας, <http://15>)

Παρότι το χρησιμοποιούν χιλιάδες άνθρωποι ανά τον κόσμο, το σύστημα αρχικά σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και τελικά χρησιμοποιήθηκε από το αμερικανικό Υπουργείο Αμύνης. Επίσημη ονομασία του είναι NAVSTAR-GPS ( Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System ). Τον σχηματισμό δορυφόρων G.P.S διαχειρίζεται, από τις Ηνωμένες Πολιτείες, η Air Force Space 50<sup>th</sup> Πτέρυγας. Παρόμοια συστήματα δορυφορικής πλοήγησης περιλαμβάνουν το ρωσικό Glonass, το επερχόμενο ευρωπαϊκό σύστημα πλοήγησης Galileo, όπου διαθέτει ένα ανεξάρτητο σύστημα εντοπισμού θέσης βάσει του οποίου τα ευρωπαϊκά έθνη θα μπορούν να επικαλεστούν ακόμη και σε περιόδους πολέμου ή πολιτικής διαφωνίας, δεδομένου ότι η Ρωσία ή Η.Π.Α μπορούν να απενεργοποιήσουν το σύστημα μέσω κρυπτογράφησης, το προτεινόμενο σύστημα πλοήγησης Compass της Κίνας και το Irnss της Ινδίας. ( Bongiovanni, and Lowenbergdeboer, 2004)

Το G.P.S παραχωρεί ειδικά κωδικοποιημένα σήματα τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν σε έναν δεκτή G.P.S, δίνοντας την δυνατότητα στον δέκτη να υπολογίσει θέση, ταχύτητα και χρόνο. Για τον υπολογισμό της θέσης στον τρισδιάστατο χώρο και την μετατόπιση του χρόνου (offset) σε ένα χρονόμετρο του δέκτη, χρησιμοποιούνται σήματα από τέσσερεις δορυφόρους G.P.S.

Το G.P.S αποτελείται από τρία τμήματα α) το δορυφορικό τμήμα, β) το τμήμα ελέγχου, γ) το τμήμα χρήσης. Αναλυτικότερα, το δορυφορικό τμήμα, αποτελείται από 24 δορυφόρους (21 σε κανονική λειτουργία και 3 εφεδρικούς, αλλά σε λειτουργία) που κατανέμονται σε έξι τροχιακά επίπεδα κλίσης 55 μοιρών σε ύψος 20.200 Km πάνω από την επιφάνεια της γης. Το τμήμα ελέγχου, αποτελείται από ένα σύστημα σταθμών παρακολούθησης που κατανέμονται σε όλον τον κόσμο. Αποτελείται από, α) G.P.S κεντρικός σταθμός (Master Control) που βρίσκεται στο Schriever Air Force Base στο Κολοράντο της Αμερικής, β) G.P.S σταθμοί παρακολούθησης (Control Monitor), οι σταθμοί αυτοί παρακολούθησης μετρούν τα σήματα τα οποία βρίσκονται ενσωματωμένα μέσα σε τροχιακά μοντέλα για κάθε δορυφόρο. Τα μοντέλα αυτά υπολογίζουν με ακρίβεια τα δεδομένα της τροχιάς και κάνουν διορθώσεις στο ωρολόγιο του κάθε δορυφόρου, φορτώνουν τα δεδομένα αυτά και στέλνουν υποσύνολα τους στους G.P.S δέκτες μέσω ραδιοκυμάτων. (Dudka, M., Langton, S., Shuler, R., Kurle, J. and Grau, C.R., 1998).

Κάθε δορυφόρος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά σήματα στη συχνότητα  $L1=1575.42$  MHz (μήκος κύματος περίπου 19 cm) και στη συχνότητα  $L2=1227.60$  MHz (μήκος κύματος περίπου 24 cm). Η συχνότητα  $L1$  φέρει τον κωδικό C/A (Course Acquisition Code) και η συχνότητα  $L2$  φέρει τον ακριβή κωδικό P (Precise Code) ο οποίος χρησιμοποιείται για την διόρθωση της καθυστέρησης των σημάτων κατά την μετάδοση τους μέσα στην ιονόσφαιρα. Υπάρχει και ο κωδικός D (Data Code) που περιέχει τα απαραίτητα στοιχεία για την γνώση της τροχιάς των δορυφόρων κάθε χρονική στιγμή.

Τέλος, το τμήμα χρήσης, αποτελείται από τους δέκτες G.P.S. Οι δέκτες μπορούν να παρακολουθούν όλους τους ορατούς κάθε στιγμή δορυφόρους και να υπολογίζουν έτσι θέση και ταχύτητα με μεγάλη ακρίβεια. Υπάρχουν δέκτες που λαμβάνουν μονό την συχνότητα  $L1$  και τον C/A κώδικα και δέκτες που λαμβάνουν και τις δύο συχνότητες  $L1$  και  $L2$  και τους δύο κώδικες C/A και P. Με την ταυτόχρονη μέτρηση

τεσσάρων ψευδοαποστάσεων προς τέσσερις δορυφόρους μπορούμε για κάθε δεδομένη στιγμή να υπολογίσουμε τη θέση του δέκτη ως προς το σύστημα αναφοράς του G.P.S, που είναι το γεωκεντρικό γεωσταθερό σύστημα αναφοράς WGS 84. (Τηλεπισκόπηση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση και στα Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, <http://10,11>)

Γεωγραφικό μήκος και πλάτος συνήθως αναφέρονται στο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς και αυτός ο σχετικός προσδιορισμός θέσης μπορεί να δώσει ακρίβεια της τάξης του συν-πλην 1 cm. Σε γενικές γραμμές τα σφάλματα κυμαίνονται από 10-20 μέτρα για δέκτες χαμηλού κόστους, έως και μόνο λίγα εκατοστά για τους πιο ακριβείς δέκτες. Το G.P.S συνεχώς και περισσότερο χρησιμοποιείται για γεωδαιτικής πρακτική, δηλαδή στην ίδρυση και πύκνωση τριγωνομετρικών δικτύων, στην πολυγωνομετρία με την ίδρυση οδεύσεων και στην αποτύπωση κυρίως υπαίθριων περιοχών. (Γεωργία Ακριβείας ,υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές>. <http://13>, Γεωργία Ακριβείας ως εργαλείο γεωργικής πρακτικής για την αιεφόρο ανάπτυξη, <http://14>)

Η αυτονομία που παρέχει το G.P.S το καθιστά πολύ χρήσιμο και για την δημιουργία ψηφιακών υποβάθρων για εφαρμογές ΓΣΠ ή την συμπλήρωση υπαρχόντων χαρτογραφικών στοιχείων με γρήγορο (ακόμη και σε πραγματικό χρόνο) και ακριβή τρόπο για τα συνήθη επίπεδα ακριβείας ενός γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών. (Φλωράς, Σ, 2004” Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών”)



Φωτογραφία 3. Δέκτης GPS  
Πηγή: Wikimedia Commons

Οι εφαρμογές του G.P.S όμως δεν σταματούν εδώ, η νέα αυτή τεχνολογία έχει σημαντικές εφαρμογές και στην γεωργία. Ένας δεκτής G.P.S, που δεν είναι

μεγαλύτερος από ένα κινητό τηλέφωνο, μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα γεωργικό μηχανήμα και με βάση το γεωγραφικό στίγμα να γίνει δυνατή η καταγραφή δεδομένων και η εφαρμογή εισροών. Μπορούν, με τον κατάλληλο εξοπλισμό και την χρήση ενός G.P.S, να δημιουργηθούν γεωστατιστικοί χάρτες διαφόρων παραμέτρων του αγρού, όπως της εδαφικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, της παραγωγής και ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτής καθώς και άλλα. Με έναν φορητό υπολογιστή ή με έναν υπολογιστή παλάμης (PDA), μπορούν να καταγραφούν εντοπισμένοι παράγοντες που περιορίζουν την παραγωγή όπως νεροκρατήματα ή προσβολές από εχθρούς και ασθένειες. Σκοπός είναι η συλλογή πληροφοριών υπό την μορφή χαρτών, που θα βοηθήσουν στην λήψη αποφάσεων για την καλύτερη διαχείριση κάθε ζώνης του αγρού. (Γεωργία Ακριβείας ως εργαλείο γεωργικής πρακτικής για την αειφόρο ανάπτυξη, <http://14>)

### **1.3.4 Τηλεπισκόπηση**

Η λέξη τηλεπισκόπηση συντίθεται από το αρχαίο ρήμα τηλέ (από μακριά) και το ρήμα επισκοπώ (εξετάζω). Ορίζεται ως η επιστήμη της συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας της πληροφορίας γύρω από ένα στόχο για την αναγνώριση και μέτρηση των ιδιοτήτων του. Η τηλεπισκόπηση αποτελείται από τρία τμήματα: τους στόχους, τη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση των δεδομένων. Παραδείγματα τηλεσκοπικών μετρήσεων είναι η συμβατική φωτογραφία, η αεροφωτογραφία, η λήψη εικόνων με Radar, οι μετρήσεις βαρύτητας, οι μηχανικοί σαρωτές, τα συστήματα τηλεμετρικής και άλλα, που όλα αυτά μπορούν να θεωρηθούν αισθητήρες οπου εκεί βασίζεται η τηλεπισκόπηση. Το αντικείμενο μελέτης της τηλεπισκόπησης μπορεί να είναι πολύ μεγάλο όπως ένας πλανήτης ή πολύ μικρό όπως τα βιολογικά κύτταρα. (Μια ανασκόπηση στην τηλεπισκόπηση και στους δείκτες βλάστηση, <http://42>)

Από όλες τις πηγές δεδομένων στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών ίσως η πιο σημαντική είναι η τηλεπισκόπηση. Μέσω της χρήσης των δορυφόρων έχουμε πλέον συνεχή λήψη δεδομένων από όλο τον κόσμο σε χρονικά πλαίσια από δύο εβδομάδες έως και μερικές ώρες. Ακόμα πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι έχουμε πρόσβαση σε τηλεσκοπικές εικόνες σε ψηφιακή μορφή, κάτι που μας επιτρέπει άμεση

ολοκλήρωση των αποτελεσμάτων της τηλεσκοπικής ανάλυσης σε ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών.

Η τηλεπισκόπιση μπορεί να οριστεί ως οποιαδήποτε διαδικασία λήψης πληροφοριών για ένα αντικείμενο, μια περιοχή ή ένα φαινόμενο χωρίς να ερχόμαστε σε επαφή μαζί του, παίζει σημαντικό ρόλο στην συλλογή χωρικών πληροφοριών. Η άμεση χρήση γίνεται με την καθοδήγηση ενός μηχανήματος, από μια εικόνα ενός υπολογιστή και ενός αισθητήρα. Η έμμεση χρήση γίνεται με την άντληση πληροφοριών από μια φωτογραφία για το έδαφος ή για την καλλιέργεια και η χρησιμοποίηση αυτών των πληροφοριών για την χάραξη μιας πολιτικής.

Τα περισσότερα τηλεσκοπικά δεδομένα συλλέγονται με την μέτρηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που αντανακλάται ή εκπέμπεται από τις αγροτικές καλλιέργειες χρησιμοποιώντας αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι σε αεροσκάφη ή δορυφόρους. Η αντανάκλαση της ακτινοβολίας σχετίζεται με τις ιδιότητες της επιφάνειας όπως είναι η ποσότητα της βλάστησης και η υγρασία του εδάφους. Πολλοί δείκτες βλάστησης εφαρμόζονται στις μετρήσεις των αντανάκλασεων του ορατού και εγγύς υπέρυθρου και να βελτιώσουν το οπτικό αποτέλεσμα και να μπορεί η εικόνα να γίνει πιο κατανοητή.



Φωτογραφία 4. Γεωργικός ελκυστήρας με αισθητήρες για την καταγραφή ανάκλασης, Πηγή: Oklahoma State University

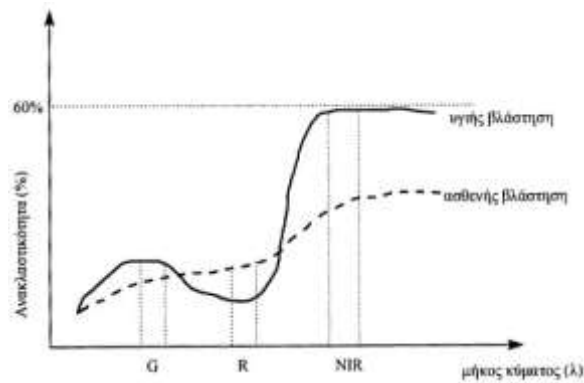
Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στην τηλεπισκόπιση χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, της απεικόνισης και της μη απεικόνισης. Η κατηγορία της απεικόνισης παρουσιάζει δυσδιάστατες εικόνες των χαρακτηριστικών που μας ενδιαφέρουν, ενώ η μη απεικόνιση απαιτεί φασματοραδιόμετρα τα οποία μετράμε την ένταση της ακτινοβολίας σε μια συνεχή περιοχή των μηκών κύματος.

Τα φασματοραδιόμετρα παρέχουν δεδομένα για την αναγνώριση της περιοχής της οποίας τα διάφορα χαρακτηριστικά μας ενδιαφέρουν. Έχουν γίνει πολλές μελέτες που καθορίζουν τα φασματικά χαρακτηριστικά της ανάκλασης των φύλλων. Η ανάκλαση είναι ο λόγος της ποσότητας του φωτός που ανακλάται από το φυτό προς την ακτινοβολία προς αυτό το φυτό. Έχει αναφερθεί ότι ένα φυτό με ποιο χοντρό μεσόφυλλο αντανακλά λιγότερο φως από ένα φυτό με σπογκώδες μεσόφυλλο. Επίσης, η φασματική αντανάκλαση των νεαρών πράσινων φύλλων είναι παρόμοια ανεξάρτητα από το μήκος του βιολογικού κύκλου του φυτού.

Έχει παρατηρηθεί ότι ένα δείκτης βλάστησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί να μετρηθεί η φυλλική επιφάνεια. Οι δείκτες βλάστησης έχουν κάποια πλεονεκτήματα ειδικά σε μεγάλες εκτάσεις καλλιιεργειών. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι ο λιγότερος χρόνος που χρειάζονται, πολλά διαθέσιμα στοιχεία, λιγότερα έξοδα και λιγότερη εργασία. (Η Τηλεπισκόπηση και η Γεωπληροφορική στον Τομέα της Γεωργίας, <http://28>)

Δείκτες βλάστησης όπως ο perpendicular vegetation index και ο normalized difference έχουν δημιουργηθεί για να παρακολουθούν την ανάπτυξη του φυτού σε όλα τα στάδια. Οι δείκτες είναι συνήθως ο συνδυασμός από σήματα από κανάλια ραδιομέτρου. Αυτοί οι δείκτες παρέχουν καλύτερες πληροφορίες από τα ανεξάρτητα κανάλια σε φυτικούς παραμέτρους όπως είναι η έκταση της φυτομάζας, βρεγμένη και υγρή βιομάζα, το ύψος του φυτού και περιεκτικότητα του φύλλου σε νερό. Ένας δείκτης βλάστησης είναι ο NDVI που ταξινομεί τα φυτά σε διάφορες ομάδες. Άλλος είναι ο SAVI που αφορά το έδαφος όπως και ο MSAVI. Πρόσφατα αποδείχτηκε γραμμική συσχέτιση μεταξύ της φυτοκάλυψης με έναν ορατό ατμοσφαιρικό δείκτη των VARIgreen. Αυτές οι τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της φυτοκάλυψης μέσω των μετρήσεων των αντανακλάσεων.

Αναλυτικότερα: Δείκτης Βλάστησης - Vegetation Index (VI). Η υγιής βλάστηση έχει μία εξαιρετικά διακριτή αλληλοεπίδραση με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ΗΜΑ) στη δίοδο του ερυθρού και εγγύς υπέρυθρου που μπορεί να καταγραφεί από πολυφασματικούς σαρωτές, (βλ. παρακάτω σχήμα 1):



Σχήμα 1

VIS: Οι φωτοχρωστικές ουσίες του φύλλου των φυτών (κυρίως χλωροφύλλη) απορροφούν σημαντικά επίπεδα ΗΜΑ (κυρίως ιώδες & ερυθρό) για την φωτοσύνθεση.

NIR: Σκέδαση της ΗΜΑ (ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας) από την εσωτερική δομή του φύλλου των φυτών (κυρίως από τη μεσοφυλλική μεμβράνη) η οποία εξαιτίας του πολλαπλασιασμού του από τα φυλλώματα παρουσιάζει σημαντικό ποσοστό ανάκλασης.

Δείκτες Κλίσης: είναι οι απλοί αριθμητικοί μετασχηματισμοί με σκοπό να αναδείξουν την αντίθεση της φασματικής απόκρισης της βλάστησης στο ερυθρό και υπέρυθρο.

Ratio Vegetation Index (RATIO): ο οποίος αρχικά προτάθηκε για το διαχωρισμό της βλάστησης από το έδαφος σε εικόνες Landsat MSS. Οι υψηλές τιμές του δείκτη δηλώνουν ότι υπάρχει βλάστηση. Πλεονεκτήματα του είναι η ελαχιστοποίηση προβλήματος μεταβλητής φωτεινότητας από τοπογραφία (λόγος). Μειονεκτήματα η πιθανότητα διαίρεσης με 0 και η μη γραμμική κλίμακα μέτρησης (μη-κανονική κατανομή – δυσκολία στην στατιστική ανάλυση).

Normalised Difference Vegetation Index (NDVI): πλεονεκτήματα του είναι η κανονικοποίηση μέσω διαίρεσης με άθροισμα, η ελαχιστοποίηση προβλήματος μεταβλητής φωτεινότητας από τοπογραφία, η ελαχιστοποίηση πιθανότητας διαίρεσης με 0, η γραμμική κλίμακα μέτρησης και οι τιμές από -1 έως +1 (απουσία βλάστησης εάν  $NDVI \leq 0$ ).

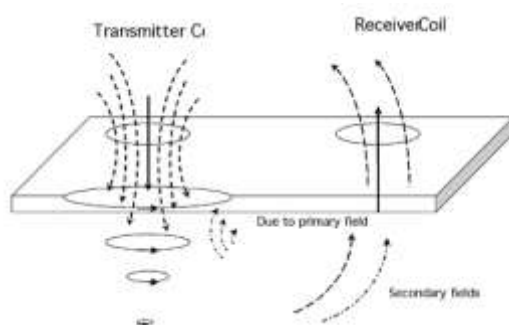
$$RATIO = \frac{NIR}{RED} \quad NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

Transformed Vegetation Index (TVI) : πλεονεκτήματα του είναι η πρόσθεση του 0,5 για να μην υπάρχουν αρνητικοί NDVI, η ρίζα δίνει κανονική κατανομή εάν ο NDVI προσεγγίζει κατανομή Poisson. Μειονεκτήματα του είναι ότι πρέπει ο NDVI > -0,5 αλλιώς είναι αδύνατος ο υπολογισμός και φυσικά δεν υπάρχει σημαντική διαφορά με τον NDVI.( Τηλεπισκόπηση, [http:// 47](http://47))

#### 1.4 Φαινόμενη Ηλεκτρική Αγωγιμότητα του εδάφους (Apparent Electrical Conductivity, ECa)

Φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους (ECa) ονομάζεται η ηλεκτρική αγωγιμότητα της μάζας του εδάφους η οποία προσδιορίζεται στον αγρό (Corwin and Lesch, 2005),η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους ορίζεται ως η ευκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα (ηλεκτρόνια) διέρχεται από την μάζα του.

Η μέτρηση της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους σε πραγματικό χρόνο στον αγρό μπορεί να οδηγήσει στη χαρτογράφηση ενός μεγέθους (της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας), το οποίο φαίνεται πως επηρεάζεται από μια σειρά βασικών ιδιοτήτων του εδάφους που καθορίζουν τη γονιμότητά του. Τέτοιες ιδιότητες είναι η μηχανική του σύσταση, η οργανική ουσία, η αλατότητά του κ.α. Έτσι η γνώση της ECa του αγροτεμαχίου μπορεί να μας βοηθήσει στην σωστή εφαρμογή των εισροών καθώς στη γνώση της παραλλακτικότητας αυτών των παραγόντων μέσα στην έκταση του αγρού (Corwin and Lesch, 2005, h://52).



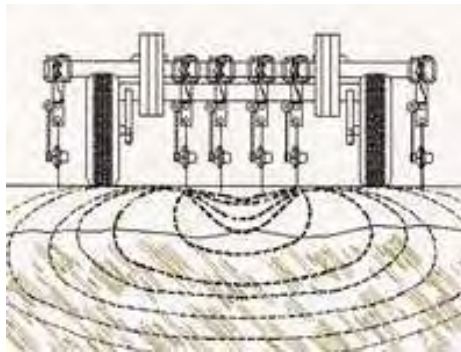
Σχήμα 2. Αρχή λειτουργίας αισθητήρα EC με τη μέθοδο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής ή της μη επαφής.

Η φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα ECa προσδιορίζεται με τον αισθητήρα EM 38. Το EM 38 είναι ένας αισθητήρας ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (Electromagnetic



Induction, EM), δεν έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του εδάφους άμεσα και είναι προσαρμοσμένος να λειτουργεί σε συνδυασμό με GPS (Jaynes et al., 1993, Kitchen et al., 1996, h://58,59).

Στον EM αισθητήρα, ένα πηνίο πομπός (transmitter coil) επί ή πάνω από την επιφάνεια του εδάφους ενεργοποιείται από ένα εναλλασσόμενο ρεύμα, δημιουργώντας ένα πρωτεύων μαγνητικό πεδίο στο έδαφος. Αυτό το μαγνητικό πεδίο παράγει μικρά ηλεκτρικά ρεύματα στο έδαφος τα οποία δημιουργούν ένα δευτερεύων μαγνητικό πεδίο. Ένα πηνίο δέκτης (receiver coil) λαμβάνει τα δύο μαγνητικά πεδία. Με τη μέθοδο των low induction numbers' η αναλογία του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος μαγνητικού πεδίου είναι μια γραμμική συνάρτηση της αγωγιμότητας (McNeill, 1980,1992). ο τύπος αισθητήρα λειτουργεί βάσει της αρχής της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (ENI) ,ή αλλιώς την μέθοδο της μη επαφής (Σχήμα 1)



Σχήμα 3. Μέθοδος της επαφής

Επιπροσθέτως, χρησιμοποιείται και μια ακόμη μέθοδος προσδιορισμού της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας, που είναι η μέθοδος της επαφής (Σχήμα 3). Η μέθοδος αυτή βασίζεται σε έναν τύπο αισθητήρα που χρησιμοποιεί ηλεκτρόδια, συνήθως με τη μορφή ινίων που κάνουν επαφή με το έδαφος για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Στην προσέγγιση αυτή, είναι δύο έως τρία ζεύγη ινίων τοποθετημένα σε μια γραμμή εργαλείων. Ένα ζεύγος ινίων εφαρμόζουν ηλεκτρικό ρεύμα στο χώμα, ενώ τα άλλα δύο ζεύγη ινίων μετρούν την πτώση της τάσης μεταξύ τους. Η Global Positioning System (GPS) παρέχει τις πληροφορίες για τη θέση στον καταγραφέα δεδομένων.

Η μέθοδος της επαφής είναι πιο δημοφιλής για τις εφαρμογές της Γεωργίας Ακριβείας, επειδή με αυτή τη μέθοδο είναι ευκολότερο να καλύψει μεγαλύτερη έκταση και είναι

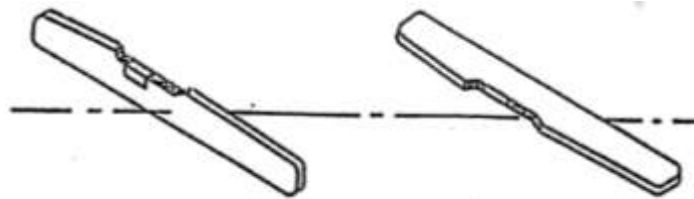
λιγότερο ευάλωτες σε εξωτερικές παρεμβάσεις. Το μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι ότι συνήθως είναι ογκώδη και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάποια μικρά αγροκτήματα. (Εδαφική ηλεκτρική αγωγιμότητα-αισθητήρες, [http:// 27](http://27)).

Βάση του εγχειριδίου χρήσης περιγράφουμε την βαθμονόμηση του οργάνου (Geonics Limited, 2006). Αρχικά πραγματοποιείται έλεγχος της μπαταρίας του οργάνου. Ο έλεγχος πρέπει να είναι καθημερινός πριν την έναρξη των μετρήσεων, φέρνοντας το διακόπτη λειτουργίας στη θέση BATT και ελέγχοντας τις ενδείξεις οι οποίες πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ -1500 και -720. Εξαιτίας της υψηλής ευαισθησίας του οργάνου πριν την έναρξη της βαθμονόμησης χρειάζεται απομάκρυνση των μεταλλικών αντικειμένων που βρίσκονται πλησίον του, επειδή επηρεάζονται οι μετρήσεις. Με το EM 38 τοποθετημένο στο έδαφος οριζόντιο με τη μικρή πλευρά προς τα κάτω (Σχήμα 4) ο διακόπτης Mode στρέφεται στην θέση Q/P. Με την βοήθεια του διακόπτη Q/P Zero control ρυθμίζεται η ένδειξη του οργάνου στο μηδέν. Έπειτα ο διακόπτης mode στρέφεται στην ένδειξη I/P. Με τη βοήθεια των διακοπών I/P Coarse control και I/P Fine control ρυθμίζεται ξανά η ένδειξη του οργάνου στο μηδέν. Επαναφέροντας το διακόπτη mode στη θέση λειτουργίας Q/P ελέγχουμε αν η ένδειξη παραμένει μηδενική. Αν η ένδειξη έχει αλλάξει με το διακόπτη Q/P Zero control ρυθμίζουμε ξανά την ένδειξη στο μηδέν.

Στην συνέχεια, ανυψώνουμε το EM 38 σε ύψος 1,5 μέτρων τοποθετημένο με τη μεγάλη του πλευρά παράλληλη με την επιφάνεια του εδάφους (οριζόντια θέση λειτουργίας). Φέρνοντας το διακόπτη Mode στις θέσεις I/P και Q/P, με την ίδια διαδικασία που περιγράφηκε στα βήματα 1 και 2 οι ενδείξεις του οργάνου μηδενίζονται. Με το όργανο στην οριζόντια θέση (η μεγάλη του πλευρά παράλληλα με το έδαφος) σε ύψος 1,5 μέτρων και το διακόπτη Mode στη θέση Q/P, ρυθμίζουμε το όργανο με το διακόπτη Q/P Zero control ώστε να δείξει μια αυθαίρετη τιμή (π.χ.  $H = 10 \text{ mS/m}$ ). Χωρίς να αλλάξουμε το ύψος το EM 38 τοποθετείται με τη μικρή πλευρά προς τα κάτω (κάθετη θέση λειτουργίας) και σημειώνουμε την ένδειξή του (π.χ.  $V = 16 \text{ mS/m}$ ). Αφαιρώντας την κάθετη από την οριζόντια ένδειξη καταγράφουμε μια τιμή (π.χ.  $V-H = 6 \text{ mS/m}$ ).

Τέλος, με το διακόπτη Mode τοποθετημένο στη θέση Q/P και το όργανο με τη μεγάλη του πλευρά παράλληλα με το έδαφος ο διακόπτης Q/P Zero control στρέφεται μέχρι η ένδειξη του οργάνου να είναι αυτή που υπολογίστηκε στο βήμα 5 (στην περίπτωσή

μας 6 mS/m). Κατά την περιστροφή του οργάνου στην κάθετη θέση λειτουργίας (η μικρή πλευρά του προς τα κάτω) η ένδειξή του πρέπει είναι η διπλάσια (στο παράδειγμά μας 12 mS/m). Μετά την βαθμονόμηση του οργάνου οι ενδείξεις του θα πρέπει να ακολουθούν την ακόλουθη σχέση:  $V = 2H$ , όπου V: η ένδειξη στην κάθετη θέση λειτουργίας και H: η ένδειξη στην οριζόντια θέση λειτουργίας. (The leader in soil sensing technologies, <http://21>)



Σχήμα 4. Κάθετη και οριζόντια θέση λειτουργίας του EM 38

#### 1.4.1 Εδαφική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (Soil Electrical Conductivity, EC)

Διαθέσιμοι εμπορικοί αισθητήρες επιτρέπουν την ταχεία χαρτογράφηση στον τομέα της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους. Η εδαφική ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι χρήσιμη στον τομέα της γεωργίας στην παραγωγή, επειδή αναφέρεται σε παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα του εδάφους, τη χρήση και διαχείριση.

Η εδαφική αγωγιμότητα είναι κατάλληλη για τις ταυτόχρονες δοκιμές, της αλατότητας, της εδαφολογικής υγρασίας, της οργανικής ουσίας, της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, του εδαφολογικού τύπου και της εδαφολογικής σύστασης, που διεξάγονται σε πραγματικό χρόνο. Η εδαφολογική αγωγιμότητα που χρησιμοποιεί τις ηλεκτρομαγνητικές μεθόδους είναι ένας δείκτης της περιεκτικότητας του εδάφους σε άργιλο, σε υγρασία και σε παραγωγικότητα (Kitchen et al., 1996, h://58) και θεωρείται ως ελπιδοφόρο υποκατάστατο του ελέγχου παραγωγής (Jaynes et Al, 1995, h://60).

Η εδαφική ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μια φυσική ιδιότητα του εδάφους που ορίζεται ως η ευκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από τη μάζα του. Η

αγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται κυρίως μέσω των τριχοειδών διαστάσεων πόρων που σχηματίζουν μεταξύ τους τα εδαφικά συσσωματώματα. Οι πόροι αυτοί περιέχουν νερό και ιόντα σε διάλυση (εδαφικό διάλυμα).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους μετριέται σε milliSiemens ανά μέτρο και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που έχουν επίδραση και στην παραγωγικότητά του (Lund et al., 1999, h://55). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι το πιο σύνηθες μέτρο της αλατότητας του εδάφους και είναι ενδεικτικά η ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα σύγχρονα μηχανήματα της εδαφολογικής αγωγιμότητας που υπάρχουν παρέχουν τη δυνατότητα άμεσου και αυτόματου υπολογισμού της, για κάθε σημείο του αγρού. Ανάμεσα στα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι και το σύστημα χαρτογράφησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδαφών Veris 3100.

Το Veris 3100 έχει ήδη χαρτογραφήσει ένα μεγάλο αριθμό αγρών σε όλη την Ελλάδα, για ένα μεγάλο εύρος καλλιεργειών (από υλοποιήσιμο σταφύλι μέχρι ζαχαρότευτλα).



Φωτογραφία 5. Veris 2000 XA



Φωτογραφία 6. Veris 2000 για αμπελώνια

Ένα παρελκόμενο μηχανήμα, στο κεντρικό σώμα του οποίου είναι εγκατεστημένη μια συσκευή “GPS” που χρησιμεύει στον καθορισμό της ακριβούς θέσεως του μηχανήματος στο χωράφι την κάθε χρονική στιγμή. Το κάτω μέρος της κατασκευής, είναι εφοδιασμένο με τέσσερις μεταλλικούς δίσκους σε αντιδιαμετρικές θέσεις, οι οποίοι εισχωρούν στο έδαφος και λειτουργούν ανά ζεύγη ως ηλεκτρόδια υπολογίζοντας την ηλεκτρική αγωγιμότητα της λωρίδας του εδάφους που βρίσκεται ανάμεσά τους. Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται, λαμβάνοντας μετρήσεις, οι οποίες αποθηκεύονται σε πραγματικό χρόνο σε κάποιο ηλεκτρονικό μέσο αποθήκευσης.

Για τον εργαστηριακό προσδιορισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους έχουν αναπτυχθεί δύο μέθοδοι που βασίζονται στη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με τη χρήση ηλεκτρικού αγωγιμόμετρου. Οι δύο μέθοδοι είναι (Ehsani, 2005): **α)** Μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο εκχύλισμα κορεσμού ενός εδαφικού δείγματος που συμβολίζεται ως EC<sub>e</sub>, η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί επειδή προσεγγίζει καλύτερα τις τιμές της EC σε συνθήκες αγρού αλλά είναι χρονοβόρος και χρειάζεται μεγάλη εμπειρία στην παρασκευή του εκχυλίσματος στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η μέτρηση. **β)** Μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδαφικού υδατικού εκχυλίσματος που ανάλογα με την αναλογία βάρους εδαφικού δείγματος-βάρους υδατικού εκχυλίσματος (π.χ. 1:1, 1:2 κ.α.) η ηλεκτρική αγωγιμότητα που μετράται συμβολίζεται ως EC<sub>1:1</sub>, EC<sub>1:2</sub> αντίστοιχα, αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται περισσότερο λόγω ταχύτητας, ευκολίας και αποτελεσματικότητας σε μεγάλο εύρος εδαφών. (Ηλεκτρική Αγωγιμότητα ,<http://> 24, 25)

## 1.5 Ζώνες Διαχείρισης (Management Zones)

Στόχος της Γεωργίας Ακριβείας είναι ο καθορισμός ζωνών διαχείρισης (management zones) εντός του αγροτεμαχίου. Οι ζώνες διαχείρισης είναι τμήματα του αγρού που χαρακτηρίζονται από κοινά εδαφολογικά ή αγρονομικά χαρακτηριστικά και επομένως απαιτούν κοινή διαχείριση των εισροών και των καλλιεργητικών φροντίδων. Η δημιουργία ζωνών διαχείρισης των αγροτεμαχίων, μας παρέχει τη δυνατότητα για καλλιεργητικές επεμβάσεις με μεταβαλλόμενες δόσεις (variable rate applications).

Αυτή η δυνατότητα είναι και ο απώτερος σκοπός της Γεωργίας Ακριβείας, δηλαδή η εφαρμογή μεταβλητών καλλιεργητικών φροντίδων για κάθε τμήμα του αγρού, ανάλογα με τις πραγματικές του, ανά ζώνη, ανάγκες. Αυτές οι εφαρμογές επιφέρουν εξοικονόμηση πόρων, με αποτέλεσμα την καλύτερη διαχείριση των αγροτικών εκμεταλλεύσεων σε επίπεδο παραγωγού, αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος από την αλόγιστη χρήση των εισροών.

Οι πιο σημαντικές εφαρμογές μεταβλητών καλλιεργητικών φροντίδων έχουν σημειωθεί στην εφαρμογή λιπασμάτων και ειδικότερα σε N, P και K, όπως επίσης και στην εφαρμογή άσβεστου σε όξινα εδάφη (<http://>51). Επίσης, συστήματα

διαφοροποίησης εφαρμογής αρδευτικού νερού έχουν δώσει πολύ θετικά αποτελέσματα στην καλύτερη αξιοποίηση και οικονομία του αρδευτικού νερού.

Ο διαχωρισμός της έκτασης ενός αγρού σε ζώνες μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Ένας τρόπος που προσφέρει ευκολία, ταχύτητα και χαμηλό κόστος είναι αυτός που έχει ως βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι συνισταμένη πολλών παραγόντων που επηρεάζουν και την παραγωγικότητα του εδάφους.

Η Veris Technologies Αμερικής έχει αναπτύξει έναν ευέλικτο μηχανισμό χαρτογράφησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους (Soil electrical conductivity mapping system) με το οποίο μπορεί κανείς να κάνει μετρήσεις σε όλη την έκταση ενός αγρού εύκολα και γρήγορα. Ο τρόπος εφαρμογής του είναι πολύ απλός.

Σαρώνοντας την επιφάνεια του εδάφους γίνεται καταγραφή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε δύο στρώματα ταυτόχρονα: από τα επιφανειακά 0 έως 30 εκ βάθος και από τα 0 έως τα 90 εκ βάθος. Με τον τρόπο αυτόν διαμορφώνεται εικόνα για το έδαφος και το υπέδαφος. Με την βοήθεια του GPS και της κατάλληλης στατιστικής ανάλυσης, δημιουργείται ένας ψηφιακός χάρτης που απεικονίζει την παραλλακτικότητα των παραμέτρων στο έδαφος ενός αγρού.

Βασικό εργαλείο στη Γεωργία Ακριβείας είναι οι μετρητές παραγωγής (yield monitors). Πρόκειται για αισθητήρες που τοποθετούνται στις μηχανές συγκομιδής των γεωργικών προϊόντων (θεριζοαλωνιστικές, βαμβακοσυλλεκτικές, τευτλοεξαγωγείς κλπ) που καταγράφουν την παραγωγή και την συνδέουν με το γεωγραφικό στίγμα του μηχανήματος. Με τη βοήθεια του GPS τα δεδομένα αυτά μετατρέπονται σε ψηφιακό χάρτη παραγωγής. Η αντιστοίχιση των χαρτών παραγωγής με τους χάρτες των εδαφικών παραμέτρων οδηγούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τους περιοριστικούς παράγοντες της παραγωγής σε κάθε ζώνη διαχείρισης. Αφού πραγματοποιηθούν οι κατάλληλοι χειρισμοί για την εξάλειψη των παραγόντων αυτών, ο χάρτης παραγωγής βοηθά στη βαθμολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους.

Οι παραπάνω χάρτες πληροφοριών συγκεντρώνονται, αναλύονται και διαχειρίζονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με την βοήθεια ενός software, του SStoolbox που είναι ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GeographiC Information System, GIS). Στο software αυτό εισάγονται πληροφορίες σε πολλαπλά επίπεδα π.χ. χάρτες εδαφικής ανάλυσης, χάρτες εδαφικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, χάρτες παραγωγής πολλών ετών και εξάγονται συμπεράσματα ως προς τους περιοριστικούς παράγοντες της παραγωγής. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να μετατραπούν σε χάρτες διαφοροποιημένης εφαρμογής εισροών, που στόχο θα έχουν την εξάλειψη των περιοριστικών παραγόντων της παραγωγής.

Η τεχνολογία που χρησιμοποιεί τους παραπάνω ψηφιακούς χάρτες για να διαφοροποιήσει την εφαρμογή εισροών, λέγεται Τεχνολογία Εφαρμογής Μεταβλητής Δόσης (Variable Rate Technology). Τέτοιοι μηχανισμοί τοποθετούνται στα μηχανήματα εφαρμογής εισροών και ελέγχουν την δόση με βάση τον ψηφιακό χάρτη και το γεωγραφικό στίγμα.

## **1.6 Τεχνολογία Εφαρμογής Μεταβλητής Δόσης (Variable Rate Technology)**

Η Τεχνολογία Εφαρμογής Μεταβλητής Δόσης (Variable Rate Technology, V.R.T), είναι συστήματα γεωργικής μηχανικής, που μεταβάλουν την ποσότητα εφαρμογής των εισροών (σπόρων, λιπασμάτων, νερού, φαρμάκων, κ.λπ.) ή και αλλάζουν το εφαρμοζόμενο είδος (π.χ. την ποικιλία του σπόρου, ή το είδος του λιπάσματος) την ίδια στιγμή που εφαρμόζουν τις εισροές αυτές, αναλόγως με το σημείο του αγροτεμαχίου στο οποίο βρίσκονται.

Τα συγκεκριμένα συστήματα μπορούν να σχεδιαστούν με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τα προϊόντα στα οποία εφαρμόζονται και την πηγή των πληροφοριών που χρησιμοποιούν για να διευκρινίσουν τα τοπικά ποσοστά. Τα παρόντα εμπορικά συστήματα εφαρμογής μεταβλητής δόσης είναι ούτως ή άλλως:

1. Βασισμένα σε χάρτες, απαιτώντας ένα GPS / DGPS σύστημα και μια μονάδα εντολής που αποθηκεύει ένα σχέδιο εφαρμογής του επιθυμητού ποσοστού εισροών για κάθε θέση μέσα στο αγροτεμάχιο, ή
2. Βασισμένα σε αισθητήρες , όπου περιλαμβάνει μια δυναμική μονάδα εντολής που καθορίζει την εφαρμογή μέσω της ,σε πραγματικό χρόνο, ανάλυσης των μετρήσεων αισθητήρων εδάφους ή συγκομιδής, για κάθε θέση μέσα στο αγροτεμάχιο.

Οι τεχνολογίες αυτές εισήχθησαν από τη βιομηχανία κατά τα μέσα της δεκαετίας του '80. Τα ποσοστά εφαρμογής λιπάσματος καλίου, αζώτου, φωσφόρου, διέφεραν γιατί είναι βασισμένα σε μια προκαθορισμένη στρατηγική χαρτών (που αναπτύσσεται από την προηγούμενη συλλογή δεδομένων όπως ορθοφωτοχάρτες ή το πλέγμα δειγμάτων). Τα αγροτικά μηχανήματα έχουν εξοπλιστεί με συστήματα μεταβλητής δόσης για τις εφαρμογές λιπάσματος που απαιτούν ένα τυποποιημένο υγρό μίγμα. Σε αυτήν την περίπτωση, τα ποσοστά εφαρμογής λιπασμάτων είναι βασισμένα στις ιδιότητες του εδάφους που μετριοούνται σε πραγματικό χρόνο. Η περιορισμένη χρήση εισροών έχει επιτευχθεί μέχρι σήμερα, από συστήματα μεταβλητής δόσης που είναι βασισμένα σε αισθητήρες. Η μοναδική εξαίρεση είναι η εφαρμογή ζιζανιοκτόνου που επηρεάζεται από την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία.

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τα συστήματα μεταβλητής δόσης ανταποκρίνονται στην οργανική ουσία, την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, την υγρασία του εδάφους, την περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα, και τη φασματική ανάκλαση της καλλιέργειας. Οι αισθητήρες που λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο πλεονεκτούν από τις βασισμένες σε χάρτες τεχνικές . Ο πραγματικός χρόνος που λειτουργούν οι αισθητήρες δίνει μια άμεση και συνεχή μέτρηση που επιτρέπει στο χρήστη να μειώσει το ποσοστό λίπανσης στην περιοχή. Οι χάρτες είναι βασισμένοι σε έναν περιορισμένο αριθμό δειγμάτων που δημιουργεί έτσι τη δυνατότητα για τα λάθη στον υπολογισμό των συνθηκών μεταξύ των σημείων δειγμάτων. (Sudduth et al., 1997 Wollenhaupt et al., 1997, h://53,54).

Η τεχνολογία συστημάτων Μεταβλητής Δόσης, που είναι βασισμένη σε χάρτες υιοθετείται για την λίπανση με φώσφορο , κάλιο και ασβέστιο από εναέρια μέσα. Η παραπάνω τεχνολογία είναι διαθέσιμη για ελκυστήρες που χρησιμοποιούνται για την



εφαρμογή υγρών λιπασμάτων, άνυδρης αμμωνίας, ζιζανιοκτόνων, για σπορά καθώς και για συστήματα άρδευσης κεντρικού άξονα.

Η αυξανόμενη δειγματοληψία θα οδηγήσει στον χαρακτηρισμό της παραλλακτικότητας εντός του αγροτεμαχίου. Οι βελτιώσεις στην τεχνολογία συστημάτων Μεταβλητής Δόσης και στα μοντέλα καλλιεργειών αναμένεται να προωθήσουν γρήγορα μια υψηλότερη χωρική πυκνότητα των μετρημένων παραμέτρων του εδάφους και των καλλιεργειών. Οι αισθητήρες απαιτείται να είναι γρήγοροι, αποδοτικοί και να μπορούν να αξιολογήσουν τους σημαντικούς παράγοντες στην παραγωγή.

Οι Moran et al. (1996),(h://4) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι επίγειοι αισθητήρες παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την οργανική ουσία και την υγρασία του εδάφους, την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, τα ποσοστά αζώτου και νιτρικών αλάτων, τη συμπίεση, την εδαφολογική σύσταση, το επίπεδο αλατότητας, την ανίχνευση ζιζανίων και την κάλυψη των καταλοίπων από τις καλλιέργειες.. Αυτές οι παράμετροι καθώς επίσης το pH του εδάφους, η διαθεσιμότητα του σε φώσφορο και κάλιο δεν μπορούν να εξακριβωθούν από την τεχνολογία ανίχνευσης από απόσταση.

Επιπλέον, η χρήση των επίγειων αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο παρέχει στους καλλιεργητές τον έλεγχο του συγχρονισμού της απόκτησης στοιχείων που δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί με τις τεχνικές αισθητήρων από δορυφόρους ή από αεροσκάφη. Οι αισθητήρες έχουν αναπτυχθεί ή είναι εν εξελίξει για να μετρήσουν της συνθήκες της καλλιέργειας και του εδάφους συμπεριλαμβανομένης της οργανικής ουσίας του εδάφους, της περιεκτικότητας του σε υγρασία, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του θρεπτικού επιπέδου, και του συντελεστή ανάκλασης καλλιεργειών και ζιζανίων (Sudduth et al., 1997, h://53).

Η έρευνα στο χώρο των αισθητήρων είναι θεμελιώδης για την κατανόηση της παραλλακτικότητας μιας συγκεκριμένης περιοχής καλλιέργειας μέσα σε μια ευρεία παραλλακτικότητα των περιφερειακών συστημάτων παραγωγής. Οι αισθητήρες θα διαδραματίσουν έναν σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη της τεχνολογίας για τις ακριβείς εφαρμογές των θρεπτικών ουσιών, των φυτοφαρμάκων, και άλλων εισροών.

## Κεφάλαιο 2. Αμπέλι

### 2.1 Ιστορικά Στοιχεία Αμπέλου

Σύμφωνα με τους παλαιοντολόγους η ιστορία της αμπέλου αρχίζει με το πρώτο μισό του Καινοζωϊκού αιώνα. Αν σκεφτεί κανείς ότι ο αιώνας αυτός διήρκησε 55 εκατομμύρια χρόνια, καταλαβαίνει ότι η ιστορία της αμπέλου ξεπερνά αυτή του ανθρώπου, ο οποίος εμφανίζεται στο δεύτερο μισό του Καινοζωϊκού αιώνα. Παρά τα πολυάριθμα ευρήματα, τις αναφορές στα κείμενα αρχαίων συγγραφέων, τις παραστάσεις των αγγείων και τις άλλες μαρτυρίες, δεν μπορούμε να ισχυριστούμε με βεβαιότητα ότι η ιστορία του αμπελιού έχει γραφτεί πλήρως.

Πριν ακόμη τη μεγάλη περίοδο των παγετώνων, όπως μαρτυρούν ευρήματα, υπήρχαν αμπέλια ακόμη και στις πολικές περιοχές. Κατά τη διάρκεια των παγετώνων το αμπέλι άρχισε να εκτοπίζεται από τις βόρειες με ψυχρό κλίμα περιοχές, και η ανάπτυξή του περιορίστηκε σε αυτές με εύκρατο κλίμα, κατάλληλες κλιματολογικά, κυρίως στην περιοχή του Καυκάσου που θεωρείται και πατρίδα του, αλλά επίσης και στη Μεσοποταμία. (Ιστορία αμπελιού, <http://39>)

Η Αίγυπτος είχε μακρότατη παράδοση οινοποιίας, με τις αρχές της να χάνονται πριν το 4000 π.Χ.. Στην Μεσοποταμία πάλι, ο Βαβυλώνιος βασιλιάς Χαμουραμί το 1700 π.Χ. είχε νομοθετήσει για την τιμή του κρασιού καθώς και για την περίοδο που έπρεπε να καταναλωθεί, δηλαδή μόνο την εποχή μετά τον τρύγο (προφανώς η παλαιώση δεν είχε εκτιμηθεί όσο έπρεπε). Παρά την μακράν παράδοσή τους, οι λαοί αυτοί γρήγορα έχασαν τη φήμη των σπουδαίων οινοποιών (την κλασική εποχή, τα αιγυπτιακά κρασιά δε θεωρούνταν άξια λόγου). Αυτό οφείλεται εν πολλοίς σε γεωγραφικούς και κλιματικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα, το αμπέλι έδινε καλύτερες ποικιλίες στα μεσογειακά κλίματα, όπως αυτά της Φοινίκης και της Ελλάδας (Η καταγωγή της αμπέλου, <http://40>).



Φωτογραφία 7: Ξηρικός Αμπελώνας στην Άσκη Βοιωτίας

(Καλλιέργεια αμπελώνα, <http://22>)

Στην εποχή του Ομήρου, η κατανάλωση κρασιού ήταν κάτι το συνηθισμένο. Εμφανίζεται άλλωστε στην Ιλιάδα και στην Οδύσσεια. Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία, ο Στάφυλος ήταν γιος του Διονύσου και της Αριάδνης. Σε άλλο μύθο ο Στάφυλος ήταν βοσκός του βασιλέα της Αιτωλίας Οινέα. Καθώς έβοσκε τις κατσίκες του, παρατήρησε ότι μια από αυτές τρώγοντας συνέχεια ένα συγκεκριμένο καρπό πάχαινε περισσότερο από τις άλλες. Μάζεψε τότε αρκετούς και τους πρόσφερε στον βασιλιά του. Εκείνος παρασκεύασε ένα χυμό τον οποίο ονόμασε "οίνο", στον δε καρπό έδωσε το όνομα του βοσκού του (σταφύλι).

Με την εξάπλωση των Ελλήνων, το αμπέλι συνέχισε την πορεία του προς τη Σικελία και την Καμπανία. Αργότερα οι Ρωμαίοι το φύτεψαν σε όλες τις χώρες της τεράστιας αυτοκρατορίας τους. Αποδείχτηκαν αξιόλογοι αμπελουργοί και ανέπτυξαν εκπληκτικά την αμπελουργία και τις μεθόδους οινοποίησης. (Ιστορία αμπελιού, <http://39>)

Ο αμπελώνας που υπήρχε στις περιοχές όπου αργότερα θα δημιουργείτο η Γαλλία, γνώρισε μια ευτυχισμένη περίοδο με τους Γαλάτες, οι οποίοι εφεύραν το βαρέλι, το οποίο αντικατέστησε τους αμφορείς της αρχαιότητας. Το κρασί που ήταν για μεγάλο διάστημα ρωμαϊκό, πέρασε στους χριστιανούς ήδη από τις αρχές του Μεσαίωνα. Τα μοναστικά τάγματα έκαναν μεγαλύτερη προπαγάνδα. Το κρασί της λειτουργίας, αρχικά προερχόταν από τους μεγάλους γαλλικούς αμπελώνες και κυρίως από τους αμπελώνες της Βουργουνδίας, οι οποίοι οφείλουν τα πάντα τους κιστερκιακούς μοναχούς.

Στο Νότο, οι αμπελώνες της Μπορντό, οφείλουν την επιτυχία τους στους Άγγλους και τους Ολλανδούς, που τρελαίνονταν για τα κρασιά της Ζιρόντ. Κατά τον 18<sup>ο</sup> αιώνα η εξάπλωση του επέτρεψε την ανακάλυψη των φανταστικών εδαφών του Μεντόκ, που έδωσαν κρασιά προορισμένα για μεγάλες επιτυχίες. Η τεχνογνωσία κατασκευής γυαλιού, επέτρεψε την απόκτηση πιο ανθεκτικών μπουκαλιών, και έτσι οι εξαγωγές αυξήθηκαν πολύ.

Εν τούτοις, από το 1864, η φυλλοξήρα έπληξε σοβαρά την παραγωγή. Το έντομο αυτό, που ήρθε από την Αμερική, αποδυνάμωσε τους γαλλικούς αμπελώνες. Καμία θεραπεία δεν είχε αποτέλεσμα. Τέλος, βρέθηκε η θαυματουργή λύση του εμβολιασμού των γαλλικών αμπελώνων πάνω σε αμερικάνικα κλήματα ανθεκτικά στην επιδημία. Σιγά σιγά οι αμπελώνες δυνάμωσαν. Σήμερα καλύπτουν 1.500.000 εκτάρια και παράγουν κατά μέσο όρο 75.000.000 εκατόλιτρα κρασιά το χρόνο.( Ιστορία αμπελιού ,[http:// 36](http://36)).

## **2.2 Μορφολογία Φυτού**

Το αμπέλι έχει ξυλώδη κορμό και άνθη, είναι δηλαδή αγγειόσπερμο, της συνομοταξίας των δικοτυλήδωνων, υποκατηγορίας απλών ανθέων (choripetalae), ανήκει όμως στην ομάδα των ανθέων με δίσκο και στεφάνη (δυαλυπέταλα). Αυτός ο περιστρεφόμενος, αναρριχητικός θάμνος, που ανήκει στην τάξη των Rhamnales, οικογένεια Vitaceae, χαρακτηρίζεται εν γένει από μεγάλη μακροζωία (εύκολα θα δούμε αμπέλια αιωνόβια). Το αμπέλι αποτελείται από ρίζες, κορμό, βλαστούς, φύλλα, άνθη και καρπό.

### **2.2.1 Ριζικό Σύστημα**

Το ριζικό σύστημα εντυπωσιάζει καθώς περνά ο καιρός, γιατί αναπτύσσεται και εκτείνεται υπερβολικά μέσα στο έδαφος. Η ρίζα προκύπτει από ένα αρχέφυτρο που οι καταβολές του βρίσκονται στο ριζίδιο του εμβρύου. Το κορυφαίο μερίστωμα της

ρίζας ονομάζεται καλυπτρογόνο και παράγει την καλύπτρα, που προστατεύει από μηχανικές τριβές κατά την διείσδυση στο έδαφος. Όπως και στα υπόλοιπα φυτικά είδη, η καλύπτρα συμμετέχει στον γεωτροπισμό.

Οι συνθήκες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος είναι: α) η ξηρασία στα επιφανειακά εδάφη, β) η υπερβολική υγρασία στα κατώτερα στρώματα, γ) η πυκνότητα φύτευσης των αμπελιών, δ) η διάταξη της φυτείας και ε) η παρουσία αδιαπέραστου εδαφικού στρώματος.

Πέρα από τη στήριξη του υπέργειου τμήματος που προσφέρει η ρίζα, ο σημαντικότερος ρόλος της είναι η πρόσληψη νερού από το έδαφος μαζί με ανόργανα άλατα διαλυμένα σε αυτό.

Παράλληλα η κινητήρια δύναμη, αιτία απορρόφησης νερού από τις ρίζες είναι η απώλεια υδρατμών από τα στόματα των φύλλων (διαπνοή). Άλλα όργανα της αμπέλου μπορούν επίσης να συμμετέχουν στην αποβολή νερού, αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό από ότι τα φύλλα. Έτσι η πρόσληψη νερού από τις ρίζες εξαρτάται άμεσα από τον ρυθμό διαπνοής στα φύλλα. Από την άλλη πλευρά ο ρυθμός διαπνοής εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος και τις ημερήσιες και εποχικές διακυμάνσεις ανοίγματος-κλεισίματος των στομάτων. (Αμπελώνας, φύτευση, κατάρτιση και θεραπεία αμπελώνων, <http://23>)

## **2.2.2 Βλαστός - Οφθαλμός**

### Βλαστός

Ο βλαστός της αμπέλου φέρει πάνω του την κορυφή, τα γόνατα ή κόμπους, τα μεσογονάτια διαστήματα, τα φύλλα, τους οφθαλμούς, τις έλικες, τις ταξιανθίες (βότρες), τους ταχυφυείς βλαστούς και τις κανονικές (φυσικές) κληματίδες. (Συγκριτική, ανατομική και μορφολογική μελέτη των οργάνων της αμπέλου, <http://7>)

### Οφθαλμός

Το αμπέλι, όπως και τα υπόλοιπα φυτά, αποτελεί ανοικτό σύστημα, καθότι σε όλη τη διάρκεια της ζωής του διατηρεί την ικανότητα να αυξάνει, παράγοντας νέα όργανα. Ο βλαστός φέρει τα γόνατα και τα μεσογονάτια διαστήματα. Στην κορυφή υπάρχει το κορυφαίο μερίστωμα που είναι ένας κορυφαίος ή επάκριος οφθαλμός, ενώ στις μασχάλες των φύλλων υπάρχουν οι μασχαλιαίοι ή πλάγιοι οφθαλμοί, που αποτελούν μικρογραφία βλαστών σε εμβρυακή κατάσταση. Κατά το τέλος της πρώτης βλαστητικής περιόδου (μέσα καλοκαιριού) ο κορυφαίος οφθαλμός ξυλοποιείται, καταστρέφεται και έτσι η παραπέρα ανάπτυξη του αμπελιού, αντίθετα από τα περισσότερα οπωροφόρα δέντρα, εξασφαλίζεται από τους πλάγιους οφθαλμούς, κυρίως αυτούς που βρίσκονται προς την κορυφή. (Μορφολογία και Φυσιολογία αμπέλου, <https://43>)

### 2.2.3 Φύλλο

Τα φύλλα της αμπέλου είναι απλά, παλαμοσχιδή, έμμισχα, και εναλλασσόμενα σε δύο διαμετρικά αντίθετες σειρές, από ένα φύλλο ανά κόμπο. Για το αμπέλι τα φύλλα έχουν μεγάλη σημασία γιατί εκεί κυρίως γίνεται η φωτοσύνθεση για την παραγωγή της γλυκόζης, βασικού συστατικού του γλεύκους. Επίσης φέρουν στόματα, κυρίως στην κάτω επιφάνεια, που βοηθούν στην ανταλλαγή αερίων για την φωτοσύνθεση και την αναπνοή αλλά και την αποβολή νερού με τη μορφή υδρατμών κατά τη διαπνοή. Το φύλλο αποτελείται από το μίσχο και το έλασμα



Φωτογραφία 8: Φύλλο αμπελιού

## 2.2.4 Αναπαραγωγικά Όργανα

Τα άνθη είναι τα σύνθετα πολλαπλασιαστικά όργανα των αγγειοσπέρμων, γι' αυτό τα αγγειόσπερμα καλούνται και ανθόφυτα. Τα σπέρματα στα αγγειόσπερμα αναπτύσσονται μέσα σε ειδικό κλειστό όργανο την ωοθήκη, η οποία σχηματίζεται από τα καρπόφυλλα. Η ωοθήκη μετά τη γονιμοποίηση μετατρέπεται σε ειδικό όργανο, τον καρπό.

Τα άνθη αντιστοιχούν σε «μεταμορφωμένους» βλαστούς, που προκύπτουν από οφθαλμούς, στους οποίους το κορυφαίο μερίστωμα μεταπίπτει από βλαστητικό σε αναπαραγωγικό όργανο. Το άνθος αποτελείται από διάφορα εξαρτήματα: τον κάλυκα, ο οποίος αποτελείται από πράσινα φυλλάρια τα σέπαλα, την στεφάνη, η οποία αποτελείται από έγχρωμα φυλλάρια τα πέταλα, τους στήμονες, τα αρρενα μέρη του άνθους, και τον ύπερο, το θήλυ μέρος του άνθους.(Jackson R. S., 1994, h://17)

## 2.3 Καλλιεργητικές Φροντίδες Αμπέλου

Αυτές καθορίζουν, κατά κύριο λόγο, το μέγεθος και την ποιότητα της παραγωγής. Ιδιαίτερα τονίζουμε τις ορθές αποστάσεις φύτευσης, του τύπου 2 μέτρα μεταξύ φυτών και 3 μέτρα μεταξύ γραμμών, αφού η μεγάλη πυκνότητα φυτών δημιουργεί καλύτερες προϋποθέσεις για προστασία από τη διάβρωση στα επικλινή εδάφη και αξιοποίηση του εδάφους. Στις επιτραπέζιες ζωνηρές ποικιλίες, οι αποστάσεις που συστήνονται είναι 3,5 μέτρα μεταξύ των γραμμών, ενώ για φτωχά εδάφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικρότερες αποστάσεις μεταξύ των φυτών π.χ 2 μέτρα.

Την εποχή του χειμώνα το αμπέλι κλαδεύεται. Είναι μια δύσκολη τεχνική, αφού απαιτεί έναν εκπαιδευμένο αμπελουργό με αρκετή εμπειρία, ώστε να εξασφαλιστεί η απόδοση και η ποιότητα των κλημάτων. Το κλάδεμα αποβλέπει είτε στην μορφοποίηση είτε στην καρποφορία του αμπελιού. Σύμφωνα με τα προσωπικά μας κριτήρια και έχοντας πάντα σαν στόχο την ποιότητα της πρώτης ύλης, εφαρμόζουμε

μια ποιοτική διαλογή, κατά την οποία απομακρύνονται τα ξυλοποιημένα βλαστάρια, ενώ αφήνονται εκείνα που θα αποτελέσουν τα νέα καρποφόρα όργανα. Το κλάδεμα πρέπει να ολοκληρωθεί, πριν “ξυπνήσει” το αμπέλι από την χειμερία νάρκη του.

Την εποχή της άνοιξης ξεκινά η βλαστική δραστηριότητα. Διογκώνονται οι οφθαλμοί, αρχίζουν να αναπτύσσονται οι πρώτοι βλαστοί, τα πρώτα φυλλαράκια, ενώ αρχίζουν να ξεχωρίζουν οι ταξιανθίες. Το έδαφος προετοιμάζεται με οργώματα και λιπάνσεις. Τότε, περίπου, ξεκινούν και δύο σημαντικές για το αμπέλι τεχνικές, το βλαστολόγημα και το κορυφολόγημα που μπορεί να επαναληφθούν, ώστε να επιτευχθούν οι καλύτερες συνθήκες για την ομαλή ανάπτυξη των βλαστών, την καρπόδεση και την καλύτερη διατροφή των σταφυλιών. Παρακολουθώντας στενά την βλαστική εξέλιξη και ανάπτυξη, ανάλογα βέβαια και με τις κλιματικές συνθήκες, εφαρμόζουμε τις τεχνικές της αποφύλλωσης ή ακόμη και της αραίωσης, στοχεύοντας πάντα στην ποιοτική βελτίωση της παραγωγής, θυσιάζοντας πολλές φορές μια υψηλή στρεμματική απόδοση.

Την εποχή του καλοκαιριού όλοι οι αμπελώνες βρίσκονται στο τελευταίο στάδιο ανάπτυξης, βρισκόμαστε ένα βήμα πριν από τον τρύγο. Είναι σημαντικό αυτή την περίοδο, να εξασφαλιστεί η προστασία της υγείας του αμπελιού, προλαμβάνοντας ή αντιμετωπίζοντας έγκαιρα και αποτελεσματικά οποιεσδήποτε ασθένειες. Η ωρίμανση της κάθε ποικιλίας είναι διαφορετική σε κάθε αμπελότοπο και η παρακολούθηση πρέπει να γίνεται κάθε στιγμή. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία της ωρίμανσης κι όταν κρίνουμε πως το τελικό προϊόν έχει φτάσει στα καλύτερα επιθυμητά χαρακτηριστικά ως προς το χρώμα και το μέγεθος, ανάλογα και τον τύπο βέβαια του κρασιού που θέλουμε να παράγουμε, αποφασίζουμε την ώρα του τρύγου. (Κλίμα και Αμπέλι, <http://41>)

Τέλος την εποχή του φθινοπώρου και αφού έχουμε ολοκληρώσει τον τρύγο, προετοιμάζουμε τους αμπελώνες με ιδιαίτερη καλλιεργητική φροντίδα για την επόμενη χρονιά. Πρέπει να απομακρυνθούν τα ξερά βλαστάρια, ενώ είναι απαραίτητη η ανανέωση των εδαφών με και λίπανση. Έχοντας μπροστά του όλο τον χειμώνα είναι πια έτοιμο να ξεκουραστεί. (Αμπελοοινικές Δημιουργίες, <http://44>).



### 2.3.1 Λίπανση

Αποτελεί με βεβαιότητα τη σημαντικότερη από πλευράς θρέψης καλλιεργητική εργασία της αμπέλου αφού μέσω αυτής επιδιώκεται η αύξηση της γονιμότητας του εδάφους και η εξασφάλιση της άριστης ποσότητας και αναλογίας θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για την καλλιέργεια.

Στόχος της βασικής λίπανσης είναι η κάλυψη των αυξημένων αναγκών τόσο στα αρχικά στάδια της γρήγορης αύξησης των βλαστών και σχηματισμού των ταξιανθιών, αλλά και μεταγενέστερα κατά την περίοδο της ταχείας αύξησης και ωρίμανσης των ραγών. Η ποσότητα και το ποσοστό των θρεπτικών στοιχείων που παρέχονται με αυτή, καθορίζονται από το είδος, την ηλικία και τον παραγωγικό προσανατολισμό του αμπελώνα.



Φωτογραφία 9

Έτσι, σε ξηρικούς αμπελώνες για την παραγωγή κρασιών ανωτέρας ποιότητας, με τη βασική λίπανση καλύπτονται εξ' ολοκλήρου οι ανάγκες της καλλιέργειας σε N, P, K, Mg και διορθώνονται τυχόν ελλείψεις σε ιχνοστοιχεία καθώς δεν είναι εφικτή η επιφανειακή εφαρμογή τους. (Αμπέλι, [.http://37](http://37))

Αντίθετα, σε αρδευόμενους αμπελώνες και σε υψηλής παραγωγικότητας επιτραπέζιες και σταφιδοποιήσιμες ποικιλίες παρέχονται τον χειμώνα : τα 2/3 της συνολικής απαιτούμενης ποσότητας N και K και τα 3/4 του P και Mg, ενώ οι υπόλοιπες ποσότητες εφαρμόζονται επιφανειακά στα μεταγενέστερα της άνθισης στάδια, της ταχείας ανάπτυξης των ραγών και της ωρίμανσης ώστε να καλύψουν, τις αυξημένες ανάγκες του υψηλού φορτίου και της συγκέντρωσης ζαχάρων. Ο ακριβής χρόνος εφαρμογής των λιπασμάτων καθορίζεται από τον τύπο και τα

χαρακτηριστικά του εδάφους καθώς και τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής. (Αμπελουργία, <http://26>)

Έτσι σε βαριά αργιλώδη εδάφη και σε περιοχές με χαμηλό ύψος βροχοπτώσεων τα δυσκίνητα στοιχεία P και K πρέπει να εφαρμόζονται με ενσωμάτωση νωρίς το χειμώνα (Δεκ. – Ιαν.) ώστε να εκτίθενται στις χειμερινές βροχές που ευνοούν την μετακίνησή τους στο έδαφος. Αντίθετα το N, λόγω της μεγάλης κινητικότητάς του πρέπει να εφαρμόζεται αργά το χειμώνα, ή νωρίς την άνοιξη ώστε να αποφεύγονται οι εκπτώσεις του και να είναι διαθέσιμο στα φυτά κατά την περίοδο της ταχείας αύξησης των βλαστών.

Η χορήγηση του Αζώτου αργά τον χειμώνα (Φεβρ.) υπό την μορφή σταθεροποιημένων λιπασμάτων πλεονεκτεί αυτής των κοινών λιπασμάτων, λόγω της δυνατότητας εκμετάλλευσης των χειμερινών βροχών χωρίς τον κίνδυνο απωλειών αλλά και της κλιμακούμενης παροχής N στα φυτά με βάση τις ανάγκες τους, στο μέσο του χειμώνα εξασφαλίζοντας έτσι επάρκεια βροχοπτώσεων για την μετακίνηση του P και του K μέσα στο έδαφος αλλά και την προστασία του Αζώτου από τις εκπτώσεις. (Carlson, J. S. Jacobson, G. A. Nielsen, and E. O. Skogley, 1991)

Στα ελαφριάς μηχανικής σύστασης αμμώδη εδάφη και σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις η χορήγηση όλων των λιπασμάτων πρέπει να γίνεται αργά το χειμώνα (Φεβρουάριο) ή και νωρίς την άνοιξη (αρχές Μαρτίου) για να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες και να είναι έγκαιρα διαθέσιμα στα φυτά. Συνιστάται ανάλογα με τον τύπο και τα χαρακτηριστικά του εδάφους η χρήση σύνθετων ειδικών N-P-K λιπασμάτων που καλύπτουν τις ανάγκες του αμπελώνα. (Μήτσιος, I. K., 2003).

### **2.3.2 Φυτοπροστατευτικές ανάγκες**

Από την εποχή που το αμπέλι αποτέλεσε αντικείμενο βιοποριστικό και στη συνέχεια συστηματικής καλλιέργειας από τον άνθρωπο, η παρουσία εχθρών και ασθενειών ήταν μια λογική συνέπεια. Ορισμένοι εχθροί από αυτούς ενώ υπήρχαν και δεν ενοχλούσαν, βρήκαν αφθονία τροφής και αναπτύχθηκαν ταχύτερα από τους

βιολογικούς τους εχθρούς. Οι καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόστηκαν και εφαρμόζονται μέχρι σήμερα (χρήση ορμονών, κατάχρηση παρασιτοκτόνων, άρδευση κλπ ) βοηθούν επίσης στην εμφάνιση νέων ζωϊκών εχθρών π.χ. το άκαρι των οφθαλμών του αμπελιού, οι θρίπες, ο τετράνυχος (κατάχρηση παρασιτοκτόνων, υπερλιπάνσεις), η της Μεσογείου πρόσφατα (φυτομόνες-υπεράρδευση-υπερλιπάνσεις) .(Παναγόπουλος, Χ. Γ. (1997). Ασθένειες καρποφόρων δέντρων και αμπέλου) (Χρήσιμες οδηγίες για την φυτοπροστασία του αμπελιού, <http://20>)

### **1. Η Ευδεμίδα του αμπελιού (*Lobesia botrana*, *Lepidoptera: Tortricidae*)**



Φωτογραφία 10: Τέλειο έντομο Ευδεμίδας

(Φυτοπαθολογία Αμπελιού, <http://38>)

### **2. Θρίπες. (*Frankliniella occidentalis*, *Drepanothrips reuteri*, *Thrips tabaci*)**



Φωτογραφία 11:Θρίπας: Εσχάρωση σε ώριμες ράγες ποικιλίας Σουλτανίνα

(Εχθροί και Ασθένειες του αμπελιού. <http://30>, Η καλλιέργεια της επιτραπέζιας σουλτανίνας, <http://6>)

### 3. Ερίνωση (*Eriophyes vitis*)



Φωτογραφία 12:Ερίνωση αμπελιού

(Αμπελοοινικές Δημιουργίες ,<http://> 44)

### 4.. Περονόσπορος (*Plasmopara viticola*)

Φωτογραφία 13. Περονόσπορος: «Κηλίδες ελαίου»



( Αμπέλι ,<http://> 33)

### 5. Βοτρύτης (*Botrytis cinerea*)



Φωτογραφία 14Βοτρύτης

Μπούρμπος, Β. Α και Σκουντριδάκης, Μ. Θ., 1996)

## 6. Ωίδιο (*Uncinola necator*)



Φωτογραφία 15:Ωίδιο

( Ωίδιο, [http:// 49](http://49))

## 7. Ίσκα (*Fomes ignarius* και *Stereum hirsutum*)



Φωτογραφία 16: Ίσκα

( Εχθροί και ασθένειες της αμπέλου ,[http:// 3](http://3))

### 2.3.3 Καλλιεργητικές Περιποιήσεις

Για να πετύχουμε μακροβιότητα στον αμπελώνα μας πρέπει αυτός να βρίσκεται σε άριστη φυσική κατάσταση. Για να συμβαίνει αυτό τα πρέμνα κυρίως πρέπει να έχουν κατάλληλη διαμόρφωση, βλαστοπαραγωγική ισορροπία και το φορτίο των σταφυλιών να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες του κάθε πρέμνου. Αυτά μπορούμε να

τα πετύχουμε με την καλλιεργητική τεχνική που θα ακολουθήσουμε, στην προκειμένη περίπτωση με το κατάλληλο κλάδεμα. (Κούσουλας, Κ. Ι., 2002)

Με τον όρο κλάδεμα του αμπελιού εννοούμε τη μερική ή ολική αφαίρεση οργάνων του πρέμνου με τομές που γίνονται στους βλαστούς, τις κληματίδες, τους βραχιόνες και τον κορμό. Το κλάδεμα συμβάλλει στην ποσοτική και ποιοτική απόδοση των πρέμνων και στην εξισορρόπηση της βλάστησης. (Κλάδεμα αμπελιού, <http://34>)

Ανάλογα με το βλαστικό στάδιο που πραγματοποιείται διακρίνεται σε: **α)** Χειμερινό ή ξηρό κλάδεμα ,το οποίο γίνεται κατά τη χειμέρια ανάπαυση των πρέμνων και αφορά την αφαίρεση κληματίδων ή τμημάτων τους και βραχιόνων. Διακρίνεται σε κλάδεμα διαμόρφωσης και καρποφορίας. Το πρώτο αφορά την ανάπτυξη και υποστήριξη του σκελετού και της βλάστησης των πρέμνων και εφαρμόζεται συνήθως για 3-4 χρόνια από την εγκατάσταση των φυτών. Το δεύτερο αφορά τη ρύθμιση της παραγωγής και το σχήμα του πρέμνου, ανάλογα με τον αριθμό και τη θέση των οφθαλμών που αφήνονται στις παραγωγικές μονάδες , και **β)** Θερινά ή χλωρά κλαδέματα τα οποία γίνονται κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου και αφορούν επεμβάσεις σε χλωρά όργανα του πρέμνου και στοχεύουν στην εξισορρόπηση της βλάστησης, στη διόρθωση λαθών κατά το χειμερινό κλάδεμα, στην βελτίωση της ποιότητας των σταφυλιών και στην δημιουργία κατάλληλων κληματίδων για το χειμερινό κλάδεμα της επόμενης χρονιάς. Αποτελούνται από το βλαστολόγημα, το κορυφολόγημα, την αφαίρεση ταχυφύων βλαστών, τη χαραγή, το αραίωμα φορτίου και το ξεφύλλισμα. (Αφιέρωμα Αμπελουργία, 1998)

Για τις παραδοσιακές οινοποιήσιμες ποικιλίες και τις επιτραπέζιες ποικιλίες που καρποφορούν βαριά, συστήνεται το βραχύ κλάδεμα στους δύο οφθαλμούς καρποφόρο χωρίς αντικαταστάτη σε κυπελλοειδή γραμμικό σχηματισμό (με η χωρίς υποστύλωση), ενώ για τις ποιοτικές, εισαγόμενες ποικιλίες (Cabernet sauvignon, Merlot, Shiraz, Chardonnay κτλ.) σχηματισμός σε γραμμικά συστήματα τύπου “Guyot”, με 8 οφθαλμούς ετήσιο καρποφόρο και αντικαταστάτη 2 οφθαλμών, ή αμφίπλευρο κορδόνι τύπου “Royat” με 6 καρποφόρους 2 οφθαλμών χωρίς αντικαταστάτη, αποτελούν άριστες επιλογές.

Όσον αφορά το βέρικο και τις ξηρικές σουλτανίνες, εφαρμόζουμε μικτό κλάδεμα με καρποφόρο 4-6 οφθαλμών και αντικαταστάτη 2 οφθαλμών. Μακρύ κλάδεμα πρέπει να εφαρμόζεται στις αρδευόμενες σουλτανίνες με καρποφόρο 7-10 οφθαλμών μαζί με αντικαταστάτη 2 οφθαλμών. Τα πιο ενδεδειγμένα συστήματα υποστύλωσης των επιτραπέζιων ποικιλιών αμπελιών είναι το αμφίπλευρο κορδόνι σε γραμμικό σχηματισμό, το αμφίπλευρο κορδόνι υποστηριγμένο πάνω σε μεταλλικούς στύλους σχήματος “Υ” και η κρεβατίνα. (Παραγωγή οινοποιήσιμων και επιτραπέζιων σταφυλιών ποιότητας, [http:// 19](http://19) )

## **2.4 Βασικά στοιχεία που περιέχονται στον καρπό**

Η ανάπτυξη της ράγας παρουσιάζει μια διπλή σιγμοειδή καμπύλη και αυξάνει 4000 περίπου φορές από την άνθηση μέχρι το τέλος της ωρίμανσης του καρπού. Γενικεύοντας θα μπορούσε να χωριστεί σε τρία κυρίως στάδια. Αρχικά παρατηρείται έντονη αύξηση (στάδιο 1), ακολουθεί η λεγόμενη φάση υστέρησης (στάδιο 2) όπου έχουμε μικρή ή καθόλου αύξηση της ράγας (κυρίως στα σταφύλια με σπέρματα) και τέλος η φάση της ωρίμανσης (στάδιο 3).

Η αύξηση της ράγας οφείλεται εν μέρει σε κυτταρικές διαιρέσεις αλλά κυρίως στην διόγκωση των κυττάρων του περικαρπίου. Ενώ ο αριθμός των κυττάρων κατά την διάρκεια της αύξησης της ράγας αυξάνει 3-4 φορές, ο όγκος των κυττάρων αυξάνει κατά 300 περίπου φορές. Οι παράγοντες που επηρεάζουν και καθορίζουν το πρότυπο ανάπτυξης της διπλής σιγμοειδούς καμπύλης δεν είναι ακόμη πλήρως γνωστά.

Φαίνεται όμως ότι η αύξηση της ράγας στο 3<sup>ο</sup> στάδιο οφείλεται κυρίως σε αύξηση της πίεσης σπαργής των κυττάρων σε συνδυασμό με την επιμήκυνση των κυτταρικών τοιχωμάτων. Η σημαντική συσσώρευση σακχάρων στο στάδιο αυτό συνηγορεί αυξάνοντας το οσμωτικό δυναμικό του κυτταρικού χυμού, και έτσι προωθώντας την μεταφορά νερού προς τη ράγα. Το τελικό μέγεθος της ράγας εξαρτάται από την δεδομένη ποικιλία (γενετικοί παράγοντες), περιβαλλοντικούς (θερμοκρασία και διαθεσιμότητα νερού) και καλλιεργητικούς παράγοντες.

Οι αναπτυσσόμενες ράγες είναι φωτοσυνθετικά δραστήριες αν και το μεγαλύτερο μέρος των φωτοσυνθετικών προϊόντων μεταφέρεται από τα φύλλα. Η αναπνοή στη ράγα φθάνει σε μέγιστα επίπεδα στο 1<sup>ο</sup> στάδιο ανάπτυξης και μειώνεται στη συνέχεια. Η μεταβίβαση από το 2<sup>ο</sup> στο 3<sup>ο</sup> στάδιο σηματοδοτεί την αρχή της ωρίμανσης και χαρακτηρίζεται από πλήθος φυσιολογικών μεταβολών που συμβαίνουν με ταχύτατους ρυθμούς (συνήθως μέσα σε 1-2 ημέρες).

Σημαντικότερες από αυτές τις μεταβολές είναι η αποσκλήρυνση του περικαρπίου, η συσσώρευση σακχάρων (εξοζών), η μείωση της τιτλοδοτούμενης οξύτητας και η αύξηση του pH, η αύξηση του αναπνευστικού πηλίκου (RQ), η αύξηση των συγκεντρώσεων προλίνης και αργινίνης και η σύνθεση ανθοκυανών στις έγχρωμες ποικιλίες.

Στην αύξηση και την ωρίμανση των ραγών φαίνεται να εμπλέκονται και κάποιες φυτο-ορμόνες, κυρίως το απσκιτικό οξύ (ABA) που προωθεί την συσσώρευση των σακχάρων και την μετάβαση στο 3<sup>ο</sup> στάδιο. Η εξωγενής επιβολή αλλά και τα ενδογενή επίπεδα γιβερελλινικού οξέως (GA<sub>3</sub>) δείχνουν να επηρεάζουν το τελικό μέγεθος των ραγών, προτείνοντας κάποια εμπλοκή της φυτο-ορμόνης αυτής στην αυξητική αυτή διαδικασία.

Στο 1<sup>ο</sup> στάδιο της ανάπτυξης της ράγας το 50% περίπου του N βρίσκεται με μορφή αμμωνιακών κατιόντων. Κατά την ωρίμανση το συνολικό N στη ράγα αυξάνει, λόγω αύξησης των αμμωνιακών ιόντων και των αμινοξέων. Αρκετά φαινορικά απαντούν στη ράγα που ο τύπος και η συγκέντρωση φαίνεται να επηρεάζονται από διάφορους βιοτικούς και αβιοτικούς (περιβαλλοντικούς) παράγοντες αλλά και την εκάστοτε ποικιλία αμπέλου. Συνήθως είναι παράγωγα υδροξυ-κιναμικού οξέως, όπως καφεϊκό και κουμαρικό οξύ, φλαβονοειδή (όπως ανθοκυάνες) και ταννίνες. Τα μη-φλαβονοειδή συσσωρεύονται κυρίως στα χυμοτόπια των κυττάρων του μεσοκαρπίου, ενώ τα φλαβονοειδή στο περικάρπιο.

Οι αρωματικές ενώσεις συντίθενται κυρίως στο 3<sup>ο</sup> στάδιο και κυρίως συσσωρεύονται στον ιστό του περικαρπίου. Αντίθετα από τις ανθοκυάνες, η



συσσώρευση τους δεν σχετίζεται με την συγκέντρωση των σακχάρων. Πολλές εκατοντάδες τέτοιων ενώσεων έχουν εντοπισθεί, κυρίως αλκοόλες τερπενίων και λιπαρά οξέα, όπως λιναλοόλη, τερπινεόλη, γερανιόλη και λινολενικό οξύ.

Η θερμοκρασία και ο φωτισμός είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη αλλά και τη σύσταση του χυμού των ραγών. Σε θερμά κλίματα η ωρίμανση προχωρά πιο γρήγορα από ότι σε ψυχρές περιοχές αλλά το τελικό μέγεθος της ράγας δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την θερμοκρασία. Σε θερμά κλίματα η περιεκτικότητα είναι υψηλότερη σε σάκχαρα αλλά συνήθως ο χυμός έχει χαμηλή οξύτητα. Αντίθετα σε ψυχρές περιοχές έχουμε καλή οξύτητα αλλά συνήθως φτωχά σε σάκχαρα σταφύλια. Το φως επηρεάζει τη βιοσύνθεση των ανθοκυανών, ιδιαίτερα σε ορισμένες ποικιλίες. Τέλος, μια χαμηλή σχετικά ένταση φωτός φαίνεται να προκαλεί μείωση του μεγέθους της ράγας, του pH και της συγκέντρωσης προλίνης. (Παραγωγή οινοποιήσιμων και επιτραπέζιων σταφυλιών ποιότητας, <http://19>)

## **2.5 Απαιτήσεις σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία - Τροφοπενίες αμπέλου**

Η μέγιστη συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών συστατικών στο αμπέλι παρατηρείται κατά την έναρξη της αυξητικής περιόδου (νωρίς την άνοιξη μέχρι και την περίοδο της άνθησης) και μειώνεται συνεχώς κατά τη διάρκεια της αύξησης. Η μείωση για παράδειγμα της συγκέντρωσης του αζώτου (N) οφείλεται στο ότι η ποσότητα N στο φυτό παραμένει η ίδια ή αυξάνεται μερικώς ενώ η αύξηση της φυτικής βιομάζας είναι συγκριτικά ραγδαία.

Με άλλα λόγια κατά το τέλος της αυξητικής περιόδου παρατηρείται συσσώρευση σακχάρων σε ιστούς (κυρίως στα σταφύλια) ή παραγωγή συστατικών κυτταρικών τοιχωμάτων (κυρίως στα φύλλα και τους βλαστούς) δυσανάλογη της προσρόφησης ανόργανων θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα. Παρόμοια μείωση της συγκέντρωσης παρατηρείται και σε άλλα ανόργανα στοιχεία όπως το κάλιο (K) και ο φώσφορος (P). Αντίθετα, η συγκέντρωση του ασβεστίου (Ca) και του Μαγνησίου (Mg) στα φύλλα αυξάνει οριακά ή παραμένει σταθερή. Συνολικά, μπορούμε να πούμε ότι το αμπέλι,

σε σχέση με άλλα καλλιεργούμενα φυτά, έχει μικρές απαιτήσεις ποσοτικά σε θρεπτικά στοιχεία κατά τη διάρκεια της αύξησης.

Σχετικά μεγάλες απαιτήσεις σε Κ έχει η ράγα και ακολουθούν οι βλαστοί και τα φύλλα. Η συνεχής συσσώρευση οργανικών οξέων από τα φύλλα μέσα στις ράγες ισορροπείται από κατίοντα κυρίως Κ, το οποίο τελικά απαντά μέσα στη ράγα με μορφή αλάτων, κυρίως όξινου τρυγικού καλίου. Η έλλειψη Κ πριν από την έναρξη της ωρίμανσης των σταφυλιών αντισταθμίζεται με ελάττωση της σύνθεσης οργανικών οξέων και μείωση της αναπνευστικής δραστηριότητας.

Το άζωτο (N) είναι απαραίτητο δομικό συστατικό των αμινοξέων (πρωτεϊνών), των νουκλεϊκών οξέων και της χλωροφύλλης. Τροφοπενία σε N έχει ως αρχικά συμπτώματα χλώρωση στα φύλλα της βάσης και μείωση της παραγωγικότητας. Τα φύλλα έχουν την μέγιστη συγκέντρωση N και ακολουθεί η ρίζα. Αυτό είναι αναμενόμενο γιατί στα φύλλα υπάρχουν τα ένζυμα (πρωτεΐνες) για τις σημαντικές μεταβολικές διεργασίες, όπως ο κύκλος του Κάλβιν (φωτοσύνθεση) και ο μεταβολισμός των υδατανθράκων.

Το N είναι επιπλέον δομικό συστατικό της χλωροφύλλης. Σε συνθήκες έλλειψης αζώτου παρατηρείται μεταφορά του από τα ώριμα φύλλα προς τα νεαρά. Έτσι, τα σημεία της χλώρωσης παρατηρούνται πρώτα στα φύλλα της βάσης (ώριμα) και αργότερα στα νεαρά. Πριν όμως τα σημεία χλώρωσης παρατηρείται μειωμένη παραγωγικότητα (αύξηση βιομάζας / μονάδα χρόνου) σε ολόκληρο το αμπέλι. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με λίπανση, όμως υπερβολική διαθεσιμότητα N έχει αρνητικά αποτελέσματα στην παραγωγή, διότι ευνοεί την υπερβολική ανάπτυξη φυλλώματος σε βάρος της παραγωγής σταφυλιών.

Το αμπέλι απαιτεί σχετικά μεγάλες ποσότητες σε κάλιο (K), παρόλο που δεν είναι δομικό συστατικό οργανικών μορίων στο φυτό. Ο ρόλος του είναι πολλαπλός αλλά όχι ακόμη πλήρως διευκρινισμένος. Γνωρίζουμε ότι μεταφέρεται και βοηθά στη μεταφορά των σακχάρων. Επίσης χρησιμοποιείται σαν οσμωτικός παράγοντας για το άνοιγμα-κλείσιμο των στομάτων. Συμμετέχει στη ρύθμιση της οξύτητας και του pH στο χυμό των σταφυλιών. Πρόσφατες μελέτες προτείνουν συμμετοχή του αζώτου

στη δράση των αυξινών και έτσι την εμπλοκή του σε ένα μεγάλο εύρος διαφορετικών φυσιολογικών διεργασιών ανάπτυξης του φυτού Τροφοπενία σε Κ έχει ως αποτέλεσμα μείωση της παραγωγικότητας – ανάπτυξης του φυτού.

Ο φώσφορος (P) αποτελεί δομικό συστατικό των νουκλεϊκών οξέων και των φωσφολιπιδίων. Οι πυροφωσφορικοί δεσμοί μεταξύ των φωσφορικών ομάδων των νουκλεοτιδίων του ATP είναι δεσμοί υψηλής ενέργειας και σημασίας για τη ροή της ενέργειας μέσα στο αμπέλι. Τροφοπενία φωσφόρου έχει ως αποτέλεσμα μειωμένη φωτοσύνθεση και χλώρωση των φύλλων, αλλά και μειωμένη ικανότητα καρπόδεσης και παραγωγικότητας σε σταφύλι.

(Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας των συγκεντρώσεων φωσφόρου, PH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας, <http://18>)

Μεταξύ άλλων σημαντικών για το αμπέλι μακροστοιχείων σημαντική θέση κατέχει το μαγνήσιο (Mg) ως δομικό συστατικό της χλωροφύλλης αλλά και ως συνένζυμο αρκετών ενζύμων. Τροφοπενία μαγνησίου συνεπάγεται χλώρωση των φύλλων, αρχικά στα φύλλα της βάσης, γιατί όπως και στην περίπτωση του N, μπορεί να μεταφέρεται από τα ώριμα στα νεαρά φύλλα.

Η τροφοπενία που οφείλεται σε έλλειψη κάποιων μικροστοιχείων είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει η αμπελοκαλλιέργεια σε όλον τον κόσμο. Στη συνέχεια αναφέρονται τα σπουδαιότερα μικροστοιχεία και ο φυσιολογικός τους ρόλος στο αμπέλι.

Zn, Ψευδάργυρος (Zinc) Απαραίτητος για τη δράση πολλών ενζύμων, εμπλοκή στη βιοσύνθεση της αυξίνης IAA (ινδολο-οξικό οξύ) μέσω της σύνθεσης της τρυπτοφάνης. Έλλειψη σε Zn προκαλεί αρχικά χλώρωση στα πολύ νεαρά φύλλα. Γενικά τα φύλλα έχουν μικρότερο μέγεθος του φυσιολογικού και επίσης παρατηρείται μειωμένη ανάπτυξη των βλαστών. Ένα άλλο σύμπτωμα έλλειψης Zn είναι η παραγωγή τσαμπιών με μικρό αριθμό ραγών, οι οποίες έχουν συχνά και μικρό μέγεθος.

B, Βόριο (Boron) Απαραίτητο για τη δράση ορισμένων ενζύμων που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση της λιγνίνης και τον μεταβολισμό φαινολικών οξέων. Το Βόριο

συμμετέχει στην επιμήκυνση των γυρεοσωλήνων και είναι απαραίτητο στην κυτταρική διαίρεση ακραίων μεριστωμάτων της ρίζας και του βλαστού καθώς επίσης και στα νεαρά φύλλα. Τέλος φαίνεται ότι το βόριο συμμετέχει στην μεταφορά σακχάρων μέσα στο φυτό. Έλλειψη προκαλεί νέκρωση των ακραίων μεριστωμάτων του βλαστού και στρέβλωση των νεαρών κλιματίδων. Όπως και στην έλλειψη Zn, παρατηρείται παραγωγή τσαμπιών με μικρό αριθμό ραγών, οι οποίες έχουν ποικίλο μέγεθος. Μεγάλες συγκεντρώσεις όμως βορίου στο έδαφος είναι τοξικές για το αμπέλι.

Fe, Σίδηρος (Iron) Απαραίτητο για τη σύνθεση της χλωροφύλλης και σε πολλές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. Έλλειψη σε Fe προκαλεί αρχικά χλώρωση στα νεαρά φύλλα.

Cu, Χαλκός (Copper) Συμμετέχει στη δράση πολλών ενζύμων, ιδιαίτερα των οξειδοαναγωγικών συστημάτων. Απαραίτητος σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις ενώ σε υψηλές είναι ιδιαίτερα τοξικός.

Mo, Μολυβδαίνιο (Molybdenum) Συνένζυμο σε δύο ένζυμα μετατροπής νιτρικών ιόντων σε αμμωνιακά.

Από τη στιγμή που παρατηρούνται συμπτώματα έλλειψης θρεπτικών στοιχείων στο αμπέλι, αυτό σημαίνει ότι έχει ήδη επέλθει σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη του φυτού ή στην παραγωγικότητα. Είναι συχνό το φαινόμενο μια έλλειψη σε κάποιο στοιχείο να προκαλεί σταδιακά μείωση της παραγωγικότητας. Για αυτό τον λόγο και επιπλέον επειδή η έλλειψη σε διαφορετικά θρεπτικά στοιχεία μπορεί να προκαλεί παρόμοια συμπτώματα, είναι απαραίτητο να γίνεται ανάλυση για θρεπτικά στοιχεία. (Βασική λίπανση αμπελιού>.: <http://48>)

Η ανάλυση του εδάφους μπορεί να δώσει στοιχεία για το pH, την αλατότητα ή την ύπαρξη τοξικών ουσιών αλλά συνήθως δεν είναι αξιόπιστος τρόπος για να εντοπιστούν οι συγκεκριμένες θρεπτικές απαιτήσεις του αμπελώνα. Η ανάλυση φυτικών ιστών είναι η πλέον ενδεδειγμένη λύση και σε συνδυασμό με ανάλυση δείγματος εδάφους θα δώσουν την απάντηση για τον τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος.

## 2.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά--Ποικιλίες Αμπέλου

Ο πιο σημαντικός παράγοντας που καθορίζει το ξεχωριστό άρωμα και τη γεύση κάθε κρασιού είναι η οινοποιήσιμη ποικιλία αμπέλου από την οποία προέρχεται. Από τους γενετικούς χαρακτήρες της εξαρτώνται άμεσα το μέγεθος της ράγας του σταφυλιού, η σύσταση και το χρώμα του φλοιού, η υφή του και η σχέση σακχάρων και οξέων. Όσο μικρότερο είναι το φρούτο, τόσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση των αρωμάτων. Όσο πιο χοντρός και έντονου χρώματος είναι ο φλοιός, τόσο εντονότερο θα είναι το χρώμα και το άρωμα του κρασιού. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε σάκχαρα, τόσο υψηλότερος θα είναι ο αλκοολικός βαθμός του κρασιού. Η συγκέντρωση των οξέων διασφαλίζει τη γευστική ισορροπία.

Είναι λοιπόν φανερό ότι εκλεκτά κρασιά ποιότητας παράγονται από «ευγενείς» οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου, όταν καλλιεργούνται σε περιοχές όπου το έδαφος και το κλίμα είναι κατάλληλα. Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων αποτελεί το οικοσύστημα κάθε περιοχής, το οποίο, για να δώσει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, πρέπει να συμπληρώνεται αρμονικά από τον ανθρώπινο παράγοντα, τον αμπελουργό, που επεμβαίνει στη ζωή του αμπελιού με καλλιεργητικές τεχνικές και φροντίδες. Με τις απαραίτητες λιπάνσεις και τα οργώματα, με τα κλαδέματα, τα κορυφολογήματα και τα αραιώματα, με την προστασία από τις ασθένειες και τα ζιζάνια.

Οι ποικιλίες αμπέλου είναι χιλιάδες και χωρίζονται σε: **α) επιτραπέζιες**, **β) οινοποιήσιμες**, **γ) ποικιλίες για ειδική χρήση**, **δ) ποικιλίες υποκειμένων**. Η κάθε οινοπαραγωγός χώρα καλλιεργεί τις γηγενείς (ντόπιες) οινοποιήσιμες ποικιλίες, αλλά και τις λεγόμενες διεθνείς, αυτές δηλαδή που συναντώνται σχεδόν σε όλον τον οινοπαραγωγό κόσμο. (Αμπέλι, <http://35>) Οι πρώτες δίνουν συνήθως κρασιά που προορίζονται για εγχώρια κατανάλωση, με αρκετές εξαιρέσεις, «κλασικές» πια στη διεθνή αγορά, ενώ οι δεύτερες δίνουν συνήθως κρασιά πιο «ενιαίου» και ευκολότερα αναγνωρίσιμου χαρακτήρα, ενός πιο ευρέως αποδεκτού στυλ, που παρουσιάζει όμως τεράστιες διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις συνθήκες και τις μεθόδους καλλιέργειας. Η επικράτησή τους, ωστόσο, δεν είναι τυχαία, αφού όντως πρόκειται για ποικιλίες

αποδεδειγμένου ποιοτικού δυναμικού και αξίας. (Ποικιλίες ,[http:// 50](#))

Από τις πιο γνωστές και διαδεδομένες ποικιλίες είναι οι ακόλουθες:

Λευκές διεθνείς οινοποιήσιμες: Chardonnay , Sauvignon Blanc

Ερυθρές διεθνείς οινοποιήσιμες: Cabernet Sauvignon , Merlot, Syrah., Barbera, Dolcetto, Cabernet franc, Gamay, Grenache.

Ελληνικές λευκές οινοποιήσιμες : Ασύρτικο, Μοσχοφίλερο, Αηδάνι, Αθήρι, Aligoté, Βηλάνια, Gewurztraminer, Μαλαγουζιά, Μοσχάτο, Ντεμπίνα, Palomino, Ροδίτης, Ρομπόλα, Σαββατιανό κ.α.

Ελληνικές ερυθρές οινοποιήσιμες: Αγιωργήτικο, Ξινόμαυρο, Κοτσιφάλι, Κρασάτο, Λημιό, Λιάτικο, Μαντηλαριά, Μαυροδάφνη, Νεγκόσκα, Σταυρωτό.

Συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον αρχίζει επίσης να εκδηλώνεται παγκοσμίως για τη λευκή Riesling και την ερυθρή Pinot Noir. (Ελληνικές Ποικιλίες, [http://29](#))

## Κεφάλαιο 3. Υλικά και Μέθοδοι

### 3.1 Περιοχή έρευνας

Η ερευνητική μας δραστηριότητα έλαβε χώρα στον αμπελώνα του Δημητρίου Τυμπλαλέξη του Δημοτικού Διαμερίσματος των Μικροθηβών, στο Δήμο Νέας Αγχιάλου στην Μαγνησία. Η συνολική έκταση του αμπελώνα είναι 43 στρέμματα και αποτελείται από τρία κτήματα εκτάσεως 22, 10 και 11 στρεμμάτων στα οποία έχουν εγκατασταθεί αμπελώνες το 1996, το 2004 και το 2008 αντίστοιχα.

Το αμπέλι στο οποίο πραγματοποιήθηκε η έρευνα είναι το αμπέλι έκτασης 10 στρεμμάτων, το οποίο βρίσκεται εγκατεστημένο σε επικλινή λοφίσκο, ενώ η υπόλοιπη έκταση του αμπελιού είναι επίπεδη (Φωτ.17). Στο άνω και κάτω όριο του αμπελώνα διέρχονται αγροτικοί δρόμοι που χωρίζουν τον αμπελώνα από άλλους γειτονικούς αμπελώνες. Στο δεξί τμήμα του αγρού βρίσκεται οπωρώνας μήλων ενώ το αριστερό τμήμα του γειτνιάζει με ακαλλιέργητη έκταση.



Φωτογραφία 17. Πειραματικός αμπελώνας

Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των πρέμων είναι 0,9 μέτρα και μεταξύ των γραμμών 2,6 μέτρα. Η ποικιλία της αμπέλου που καλλιεργείται στο πειραματικό αγροτεμάχιο είναι “Αγιωργίτικο” και η συνολική παραγόμενη ποσότητα σταφυλιών επεξεργάζεται στο ιδιωτικό οινοποιείο της οικογένειας Τυμπλαλέξη που βρίσκεται στις Μικροθήβες, σε απόσταση 800 μέτρων από το κτήμα για την παραγωγή κρασιού, επωνυμίας <<Κτήμα Τυμπλαλέξη>>.

### 3.2 Ποικιλία αμπέλου “Αγιωργίτικο”

Με την ποικιλία Αγιωργίτικο, πραγματοποιήθηκε το πείραμά μας, η οποία είναι μία δημοφιλής και ευγενής ερυθρή ποικιλία του ελληνικού αμπελώνα. Επίσης είναι πολυδυναμική, δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή κρασιών μεγάλης γκάμας στυλ, από φρέσκα ροζέ μέχρι επιθετικά, τανικά κρασιά παλαίωσης. Το Αγιωργίτικο (Φωτ. 18) δίνει τα κρασιά με ένδειξη Ο.Π.Α.Π. Νεμέα αλλά χρησιμοποιείται κι ως η ραχοκοκαλιά πολλών κρασιών που παράγονται στη νότια Ελλάδα. Σχετικά πρόσφατα δε άρχισε να καλλιεργείται και στη βόρεια Ελλάδα. Αυτό δικαιολογείται από τον αρκετά εμπορικό, μαλακό χαρακτήρα που μπορεί να δώσει αυτή η ποικιλία. (Σταύρακας, Δ. Ε. (1997). Μαθήματα Γενικής Αμπελουργίας)

Η Νεμέα ταυτίζεται με τον αρχαίο Φλιούντα, όπου παραγόταν ο Φλιάσιος Οίνος, το «βασιλικό κρασί» που εικάζεται ότι έπινε ο Αγαμέμνωνας στα ανάκτορα των Μυκηνών. Οι αμπελώνες του Φλιούντα κατά κάποιον παράδοξο τρόπο επέζησαν της οθωμανικής κατοχής, ενώ η πόλη καταστράφηκε περίπου το 1460. Το 1820 όμως ανακαλύπτουμε σε γραπτά ξένων περιηγητών τον Άγιο Γεώργιο, χωριό σε μικρή απόσταση από την αρχαία πόλη που κρατάει στα χέρια του την οινοπαραγωγή της περιοχής. Να, λοιπόν, πώς προέκυψε το όνομα Αγιωργίτικο για μία από τις πιο γνωστές, πολύμορφες και «εύπλαστες» ελληνικές κόκκινες ποικιλίες. (Παραδοσιακές ποικιλίες σταφυλιών, <http://45>)

Το Αγιωργίτικο έχει μέτριο προς βαθύ πορφυρό χρώμα, μέτρια αρωματική ένταση με αρώματα γλυκού ώριμου κόκκινου φρούτου και, τις περισσότερες φορές, νότες ξύλου από την ωρίμανση σε βαρέλι. Το στόμα ενός Αγιωργίτικου σχεδόν πάντα είναι μαλακό, στρογγυλό με πλούσιες αλλά ώριμες τανίνες, ευχάριστη οξύτητα και μέτριο προς υψηλό αλκοολικό τίτλο. Τα καλύτερα και πιο πυκνά δείγματα Αγιωργίτικου μπορούν να εξελιχθούν όμορφα για μερικά χρόνια μέσα στη φιάλη. (<http://31>)



Φωτογραφία 18 Σταφύλια ποικιλίας “Αγιωργίτικο”



### 3.3 Δειγματοληψία εδάφους

Μετά από τη δημιουργία των αρχικών χαρτών της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους και τη σαφή διαφοροποίηση του αγρού σε τρεις διακριτές ζώνες ακολουθήθηκε το σχέδιο στρωματοποιημένης τυχαίας δειγματοληψίας (Stratified Random Sampling) για την παραλαβή δειγμάτων εδάφους. Με αυτή τη μέθοδο το χωράφι χωρίστηκε σε 48 ίσα τμήματα (κελιά/10m X 20m) που καλύπτουν ομοιόμορφα όλη την περιοχή και μέσα από κάθε τμήμα πήραμε πέντε δείγματα από τυχαίες θέσεις καταγράφοντας με RTK GPS της εταιρίας TRIMBLE τις συντεταγμένες κάθε δείγματος.

Συνολικά ελήφθησαν 48 σύνθετα δείγματα καθένα από τα οποία προήλθε από πέντε υποδείγματα. Η δειγματοληψία διενεργήθηκε σε δύο βάθη 0-15cm και 15-40cm, ενώ το βάρος κάθε δείγματος ήταν περίπου 1 kg. Σημειώνεται ότι το έδαφος του αμπελώνα δεν είναι βαθύ. Μετά τα 40 εκατοστά υπάρχει στρώμα μάργας. Τα δείγματα ελήφθησαν πριν την πραγματοποίηση της χειμερινής λίπανσης του χωραφιού με τη βοήθεια ειδικού εδαφολήπτη σε αποστάσεις 30 cm περίπου από τα πρέμνα. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και τοποθετήθηκε σε κάθε ένα καρτέλα με τα χαρακτηριστικά κάθε δείγματος (αριθμός σημείου, συντεταγμένες σημείου δειγματοληψίας). Κατόπιν τα δείγματα αναμείχθηκαν, αεροξηράνθηκαν για διάστημα 15 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου και αφού διήλθαν από κόσκινα 2mm διατηρήθηκαν σε πλαστικές σακούλες διατήρησης δειγμάτων. Οι παρακάτω εργαστηριακές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

#### 3.3.1 Προσδιορισμός της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου (pH)

Το pH του εδάφους είναι από τις πιο σημαντικές ιδιότητες του και μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του. Η τιμή του pH του εδάφους δεν χαρακτηρίζει μόνο ένα έδαφος ως όξινο ή αλκαλικό. Ταυτόχρονα, είναι δυνατόν να προβλεφθεί η διαθεσιμότητα των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων και οι τοξικότητες κάποιων άλλων, εάν είναι γνωστή η σχέση τους με το pH. Η τιμή του επηρεάζεται από

διάφορους παράγοντες. Ένας από τους σπουδαιότερους είναι το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου που περιέχεται στο έδαφος. Επίσης σημαντικός παράγοντας είναι και οι συνθήκες που επικρατούν στο χωράφι, όπως η υγρασία, τα διαλυτά άλατα, το διοξείδιο του άνθρακα, τα χημικά λιπάσματα κ.τ.λ.

Ο προσδιορισμός του pH των εδαφικών δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε εδαφικό αιώρημα εδάφους- νερού αναλογίας 1:1 με pHμετρο (Pansu et al., 2006, h://46).

Τα αντιδραστήρια και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση είναι:

Ποτήρι ζέσεως 200 ml.

Πεχάμετρο.

Ρυθμιστικά διαλύματα με pH=4 και pH=7 για την βαθμονόμηση του πεχάμετρου.

Αποσταγμένο νερό.

Γυάλινη ράβδος ανάδευσης.

Αρχικά για τον προσδιορισμό του pH πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση του πεχάμετρου με τη χρήση των ρυθμιστικών διαλυμάτων γνωστού pH. Στο ποτήρι ζέσεως των 200 ml φέρονται 50 g δείγματος εδάφους και 50 ml απεσταγμένου αποσταγμένου νερού. Ακολουθεί ανάδευση για διάστημα 10 λεπτών με τη γυάλινη ράβδο και το αιώρημα αφήνεται προς εξισορρόπηση. Στη συνέχεια τοποθετείται το ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου στην πάνω επιφάνεια του υδατικού αιωρήματος και καταγράφεται η τιμή του pH στην οθόνη του πεχάμετρου.

### **3.3.2. Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης του εδάφους**

Ο προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης του εδάφους, δηλαδή η εκατοστιαία διανομή της άμμου, της ιλύος και της αργίλου στο έδαφος πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Βουγιούκου. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα εξής αντιδραστήρια και όργανα:

- Διασπορικό οξύ. Παράγεται κατά την ανάμειξη 50gr NaPO<sub>4</sub> με 7gr Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> σε 1lt νερού.

- Μίξερ ανάδευσης, πυκνόμετρο και θερμομέτρο.

Για τον προσδιορισμό της μηχανικής σύστασης του εδάφους ζυγίζονται 50,5 gr εδάφους και 50 ml διασπορικού οξέος τα οποία τοποθετούνται σε γυάλινο δοχείο το οποίο συμπληρώνεται ως τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Μετά από 24 ώρες σε ηρεμία το μείγμα αναδεύεται σε μίξερ για 20 λεπτά και μεταφέρεται σε ειδικό γυάλινο κύλινδρο όπου προστίθεται αποσταγμένο νερό έως τα 1130ml και γίνεται μέτρηση της θερμοκρασίας ( $T_1$ ) και της πυκνότητας ( $P_1$ ) του δείγματος. Μετά από 2 ώρες σε ηρεμία πραγματοποιείται δεύτερη μέτρηση της θερμοκρασίας ( $T_2$ ) και της πυκνότητας ( $P_2$ ). Τα ποσοστά άμμου, ιλύος και αργίλου στο προς εξέταση έδαφος είναι:

$$\% \text{ άμμος} = 100 - 2 \times (P_1 \pm \Delta_1).$$

$$\% \text{ άργιλος} = 2 \times (P_2 \pm \Delta_2).$$

$$\% \text{ ιλύς} = 100 - (\% \text{ άμμος} + \% \text{ άργιλος}).$$

όπου  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  οι συντελεστές διόρθωσης της θερμοκρασίας που προκύπτουν από τον πίνακα διορθώσεων των τιμών του πυκνομέτρου.

### 3.3.3 Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας

Ως οργανική ουσία του εδάφους ορίζεται το σύνολο των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων και απορριμμάτων όπως ρίζες, βλαστοί, κοπριά ζώων και διάφοροι ζωντανοί και νεκροί μικροοργανισμοί κ.τ.λ. ανεξάρτητα από το στάδιο της αποσύνθεσης. Ο ρόλος της οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι πολύπλευρος. Αφενός επηρεάζει άμεσα τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους και τον χαρακτήρα του (βαρύ – ελαφρύ, όξινο – αλκαλικό), αφετέρου παίζει σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα. Κατά την αποσύνθεση των οργανικών υλικών του εδάφους, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Επίσης, η οργανική ουσία αποτελεί την κύρια πηγή εμπλουτισμού του εδάφους με άζωτο, φώσφορο, θείο, δεδομένου ότι το 90% του αζώτου, το 50% του φωσφόρου και το 75% του θείου απαντώνται με τη μορφή οργανικών ενώσεων καθώς και πολλών άλλων στοιχείων κυρίως μικροθρεπτικών. Η οργανική ουσία είναι η πλέον ιδανική πηγή, των θρεπτικών αυτών στοιχείων, με την επιθυμητή μορφή απελευθέρωσής τους, διότι κατά την διαδικασία αποδόμησής της με την επίδραση των μικροοργανισμών εμπλουτίζει το έδαφος σταδιακά με αυτά χωρίς να υπάρχουν απώλειες λόγω στραγγίσεως. (Nelson, D. W. and

Sommers, L. E. (1982). “Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter”).

Ο ρυθμός αποδόμησης των οργανικών υλικών επηρεάζεται άμεσα από το pH του εδάφους, το οξυγόνο, την υγρασία και την θερμοκρασία. Κύριος όμως παράγοντας είναι ο λόγος άνθρακα προς άζωτο (C/N) των υλικών αυτών. Ο άνθρακας αποτελεί το ενεργειακό υπόστρωμα για τους μικροοργανισμούς, ενώ το άζωτο αποτελεί το βασικό συστατικό των πρωτεϊνών τους. Η ευνοϊκότερη μικροβιακή δράση, που συνεπάγεται την αποδόμηση της οργανικής ουσίας, λαμβάνει χώρα όταν ο λόγος C/N κυμαίνεται από 25/1 – 30/1. Στην περίπτωση που η τιμή του πηλίκου C/N ξεπερνάει αυτά τα όρια στα οργανικά υπολείμματα τότε συνεπάγεται επιβράδυνση της διάσπασης των υλικών αυτών π.χ. τα υπολείμματα των σιτηρών στα οποία η σχέση C/N είναι περίπου 80/1. Αργά ή γρήγορα, η οργανική ουσία του εδάφους διασπάται με την βοήθεια των μικροοργανισμών και ο λόγος C/N τείνει να σταθεροποιηθεί σε μια τιμή ισορροπίας, που για τις Ελληνικές συνθήκες κυμαίνεται μεταξύ 8 – 15/1. Το τελικό προϊόν της διάσπασης της οργανικής ουσίας είναι ο χούμος, ένα προϊόν άμορφο, χωρίς κυτταρική δομή που να μπορεί κανείς να χαρακτηρίσει τον οργανισμό από τον οποίο προήλθε.

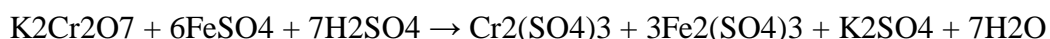
Εδάφη στα οποία το ποσοστό της οργανικής ουσίας είναι μικρότερο από 1% χαρακτηρίζεται ως χαμηλό, μεταξύ 1% και 2% ως μέτρια χαμηλό, μεταξύ 2% και 4% χαρακτηρίζεται ως μέτριο, μεταξύ 4% και 8% ως υψηλό και τέλος μεταξύ 8% και 16% ως πολύ υψηλό. Τα Ελληνικά καλλιεργούμενα εδάφη περιέχουν οργανική ουσία σε ποσοστό 1% έως 2,5%, γεγονός που τα καθιστά εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία. (Εδαφική ηλεκτρική αγωγιμότητα-αισθητήρες, <http://27>)

Η μέθοδος της υγρής οξειδωσης κατά Walkley-Black είναι ένας έμμεσος τρόπος προσδιορισμού της οργανικής ουσίας. Στηρίζεται στον υπολογισμό του οργανικού άνθρακα, ο οποίος είναι το βασικό συστατικό της οργανικής ουσίας. Ο προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα κατά την μέθοδο αυτή στηρίζεται στην οξειδωση του από το διχρωμικό κάλιο παρουσία θειικού οξέος σύμφωνα με την αντίδραση:



Το διχρωμικό κάλιο προστίθεται πάντα σε γνωστή περίσσεια ώστε να φτάσει για την οξειδωση του οργανικού άνθρακα και να περισσέψει. Η ποσότητα του οργανικού άνθρακα

που υπάρχει στο δείγμα προσδιορίζεται έμμεσα με τον υπολογισμό της περισσειας των διχρωμικών ανιόντων μέσω αντίδρασης οξειδοαναγωγής με δισθενή σίδηρο παρουσία δείκτη διφαινυλαμίνης και μείγματα όπως το φωσφορικό οξύ, το φθοριούχο νάτριο και το υδροφθόριο. Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα κατά την ογκομέτρηση της περισσειας των διχρωμικών ανιόντων στο δείγμα από τον δισθενή σίδηρο είναι η εξής:



Τα αντιδραστήρια και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση είναι:

Κωνική φιάλη των 500 ml.

Διχρωμικό Κάλιο ( $K_2Cr_2O_7$ ), 1 N.

Πυκνό θευκό οξύ ( $H_2SO_4$ ).

Απιονισμένο νερό.

Πυκνό φωσφορικό οξύ ( $H_3PO_4$ ).

Δείκτης διφαινυλαμίνη.

Διάλυμα  $FeSO_4 \cdot H_2O$ , 0,5 N.

Για τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας φέρεται στην κωνική φιάλη των 500 ml ένα γραμμάριο δείγματος εδάφους και προστίθενται 10 ml διαλύματος  $K_2Cr_2O_7$ . Ακολουθεί ανακίνηση έως την πλήρη διασπορά του δείγματος. Στη συνέχεια προστίθενται 20 ml  $H_2SO_4$  και η φιάλη αφήνεται σε ηρεμία για 30 λεπτά. Μετά το πέρας των 30 λεπτών προστίθενται στη φιάλη 10 ml πυκνού  $H_3PO_4$ , 200 ml απιονισμένου ύδατος και 1 ml δείκτη διφαινυλαμίνης. Ακολούθως πραγματοποιείται ογκομέτρηση των δειγμάτων με διάλυμα  $FeSO_4 \cdot H_2O$ , 0,5 N. Στο σημείο εξουδετέρωσης το χρώμα των δειγμάτων μεταβάλλεται από σκούρο μπλε σε πράσινο. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τη δημιουργία ενός δείγματος- μάρτυρα (“τυφλό” δείγμα) χωρίς όμως την προσθήκη εδάφους.

Ο υπολογισμός της οργανικής ουσίας πραγματοποιείται με τη χρήση της εξίσωσης:

$$= \frac{0,067x(100 + \text{υγρασία}\%H_2O)x(T - A)}{TxH_{\text{εδάφους}}}$$

Οργανική ουσία

$TxH_{\text{εδάφους}}$

Όπου: T= ml “τυφλού” δείγματος, H= g δείγματος εδάφους, A= ml δείγματος.

### 3.3.4 Προσδιορισμός ελεύθερου CaCO<sub>3</sub>

Η περιεκτικότητα των εδαφών σε ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο εμφανίζει μεγάλες διακυμάνσεις. Αρχίζει από ίχνη και φτάνει μέχρι και 70% του συνόλου της μάζας του. Το ανθρακικό ασβέστιο απαντάται και στα τρία κλάσματα της μηχανικής σύστασης του εδάφους στην άμμο, την υλή και την άργιλο σε διαφορετικά ποσοστά στο καθένα. Πολλές φορές η ύπαρξη ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος συνδέεται με τροφοπενίες φωσφόρου, βορίου και ψευδαργύρου καθώς και άλλων μικροθρεπτικών. Εάν στο έδαφος υπάρχουν έστω και ίχνη ανθρακικού ασβεστίου τότε ο χαρακτήρας του εδάφους αυτού γίνεται αλκαλικός. (Nelson, R. E. (1982). “Carbonate and Gypsum”).

Η μέθοδος του ασβεστομέτρου ή συσκευής Bernard που εφαρμόζεται, είναι ένας έμμεσος τρόπος υπολογισμού του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου του εδάφους. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στη μέτρηση του όγκου του εκλυόμενου CO<sub>2</sub> κατά την αντίδραση των ανθρακικών αλάτων που περιέχονται στο δείγμα εδάφους με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω αντίδραση:



Το HCl αντιδρά σε διάφορο βαθμό με όλα τα ανθρακικά άλατα του εδάφους με αποτέλεσμα την έκλυση CO<sub>2</sub>. Για το λόγο αυτό η ποσότητα του CaCO<sub>3</sub> που υπολογίζεται εκφράζεται σαν ισοδύναμο CaCO<sub>3</sub> του εδάφους.

Τα αντιδραστήρια και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση είναι:

Διάλυμα HCl 2M.

Διάλυμα NaOH 0,1M.

Δείκτης φαινολοφθαλείνης.

Κωνικές φιάλες 100 ml και 250 ml.

Αποσταγμένο νερό.

Για τον προσδιορισμό του CaCO<sub>3</sub> 10 γραμμάρια αεροξηραθέντος εδάφους μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 250 ml και προστίθενται 20 ml διαλύματος HCl 2M. Μετά την

εμφάνιση φυσαλίδων ακολουθεί θέρμανση της φιάλης για περίπου 10 λεπτά. Με το πέρας της θέρμανσης ακολουθεί ψύξη της φιάλης και μεταφορά με διήθηση του περιεχομένου της σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml που συμπληρώνεται ως τη χαραγή με αποσταγμένο νερό.

Με σιφόνιο μεταφέρονται 10 ml του παραπάνω διαλύματος σε κωνική φιάλη των 250 ml, προστίθενται 50 ml αποσταγμένου ύδατος, λίγες σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλείνης και ακολουθεί ογκομέτρηση με διάλυμα NaOH 0,1M έως την εμφάνιση έντονου ροζ χρώματος.

Η ποσότητα του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε στην ογκομέτρηση είναι ίση με την ποσότητα HCl που περιέχεται στο διάλυμα των 10 ml που ογκομετρήθηκε (αντίδραση 1:1). Η ποσότητα αυτή είναι η περίσσεια HCl από την αντίδραση με το CaCO<sub>3</sub>. Η αρχική ποσότητα του οξέος είναι 2mol/lit x 20ml= 0,04 mol. Η διαφορά της αρχικής ποσότητας με την περίσσεια HCl της ογκομέτρησης αντιστοιχεί στην ποσότητα CaCO<sub>3</sub> που αντέδρασε με το HCl. Με αναγωγή της ποσότητας αυτής στην ποσότητα του αρχικού δείγματος υπολογίζεται η περιεχόμενη ποσότητα CaCO<sub>3</sub> στο δείγμα.

Στη συνέχεια προσδιορίστηκε η ποσότητα του εκλυόμενου CO<sub>2</sub> των δειγμάτων με τη βοήθεια του ασβεστομέτρου Bernard και υπολογίστηκε η περιεκτικότητα τους σε ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο σύμφωνα με τη σχέση:

$$\text{CaCO}_3 \text{ σε g\%} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{B} \times K$$

Όπου:

V<sub>CO<sub>2</sub></sub> = Ο όγκος του CO<sub>2</sub> σε ml που μετρήθηκε με τη βοήθεια του ασβεστομέτρου

B = Τα g εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν

K = Συντελεστής μετατροπής του ενός ml CO<sub>2</sub> σε g CaCO<sub>3</sub> ανά 100 g εδάφους

Η τιμή του K μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία και την πίεση, έτσι:

K = 0,44 για θερμοκρασία 0 και πίεση 760mm Hg

K = 0,42 για θερμοκρασία 15 και πίεση 760mm Hg

K = 0,41 για θερμοκρασία 20 και πίεση 760mm Hg

K = 0,40 για θερμοκρασία 30 και πίεση 760mm Hg

### 3.3.5 Προσδιορισμός αφομοιώσιμου Καλίου

Το κάλιο είναι ένα από τα κυριότερα μακροθρεπτικά στοιχεία του εδάφους και παίζει σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη και θρέψη των φυτών. Η ολική περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο κυμαίνεται μεταξύ 1-2%. Στο έδαφος το κάλιο απαντάται σε δύο μορφές: α) ανταλλάξιμο-υδατοδιαλυτό κάλιο, όπου είναι οι μορφές που αξιοποιούνται από τα φυτά για την ανάπτυξη τους. Η ανταλλάξιμη μορφή του καλίου βρίσκεται προσροφημένη στα κολλοειδή τεμαχίδια του εδάφους, ενώ στην υδατοδιαλυτή του μορφή το κάλιο βρίσκεται με τη μορφή ιόντων στο εδαφικό διάλυμα. Οι ανταλλάξιμες μορφές καλίου αποτελούν το 1% του ολικού καλίου του εδάφους β) μη ανταλλάξιμο κάλιο είναι το κάλιο που δεν μπορεί να ανταλλαχθεί εύκολά από άλλα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος. Βρίσκεται σε ισορροπία με το ανταλλάξιμο και αποτελεί πηγή καλίου για τις καλλιέργειες μακροπρόθεσμα. Η μορφή αυτή καλίου αντιπροσωπεύει το 99% του ολικού καλίου που υπάρχει στο έδαφος. (Πρακτικές συμβουλές για την λίπανση, <http://9>)

Ο προσδιορισμός της ποσότητας του αφομοιώσιμου καλίου (ανταλλάξιμο και υδατοδιαλυτό) γίνεται με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην ανταλλαγή του ανταλλάξιμου καλίου από το αμμώνιο, έπειτα από διαδοχικές ανακινήσεις του εδαφικού δείγματος. Κατά την εκχύλιση μαζί με το ανταλλάξιμο παραλαμβάνεται και το υδατοδιαλυτό, η ποσότητα του οποίου όμως είναι πολύ μικρή.

Τα αντιδραστήρια και τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

Διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1M.

Πρότυπα διαλύματα καλίου, 0,10,50,100,150 και 200ppm  $\text{K}^+$ / lt.

Φλογοφωτόμετρο Sherwood Flame PHotometer 410

Σε φιαλίδιο των 50 ml φέρονται 4 gr εδαφικού δείγματος και προστίθενται 33 ml διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1M τα οποία ανακινούνται για 30 λεπτά. Ακολουθεί διήθηση του δείγματος και συλλογή του σε πλαστική φιάλη των 100 ml.

Η μέτρηση του ανταλλάξιμου καλίου του δείγματος γίνεται με τη χρήση



φλογοφωτόμετρου το οποίο αρχικά βαθμονομείτε με τη βοήθεια πρότυπων διαλυμάτων καλίου 0, 10, 50, 100, 150 και 200 ppm  $K^+$ / lt. Οι τιμές του φλογοφωτόμετρου αντιστοιχούνται με τις τιμές της συγκέντρωσης των πρότυπων διαλυμάτων κατασκευάζοντας έτσι πρότυπη καμπύλη συγκέντρωσης πρότυπων διαλυμάτων- ενδείξεων οργάνου.

Μετά την βαθμονόμηση του φλογοφωτόμετρου εισάγεται το προς μέτρηση δείγμα και σημειώνεται η ένδειξη του οργάνου. Με τη χρήση της πρότυπης καμπύλης η ένδειξη του οργάνου για το προς μέτρηση δείγμα αντιστοιχίζεται σε τιμές συγκέντρωσης ανταλλάξιμου εδαφικού καλίου σε ppm  $K^+$ / lt.

### **3.3.6 Προσδιορισμός α) Ολικών και β) Αφομοιώσιμων ποσοτήτων Μαγγανίου (Mn), Μαγνησίου (Mg)**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η θρέψη είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την ανάπτυξη του φυτού. Προκειμένου να υπάρξει σωστή θρέψη θα πρέπει να διασφαλιστούν τα απαραίτητα στοιχεία όπως είναι το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία. Από τα θρεπτικά αυτά στοιχεία τα φυτά άλλα τα χρειάζονται σε μεγάλες ποσότητες (μακροθρεπτικά), ενώ άλλα σε μικρές ποσότητες (μικροθρεπτικά ή ιχνοστοιχεία). Τα μικροθρεπτικά, παρόλο, που είναι απαραίτητα στα φυτά σε πολύ μικρές ποσότητες ακόμα και σε ίχνη, η σημασία τους δεν παύει να είναι καθοριστική για την ανάπτυξή τους.

Ο εφοδιασμός του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, φυσικούς ή τεχνητούς, όπως με την αποσάθρωση μητρικών πετρωμάτων και ορυκτών, με την αποσύνθεση οργανικών υπολειμμάτων, μέσω του ατμοσφαιρικού αέρα και τέλος με την προσθήκη χημικών λιπασμάτων. Όλες οι παραπάνω διεργασίες συμπεριλαμβάνονται στον κύκλο του κάθε στοιχείου (κύκλος N, κύκλος C, κύκλος P κ.τ.λ.). Με τις διεργασίες αυτές εμπλουτίζεται το εδαφικό διάλυμα με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και στη συνέχεια αυτά προσλαμβάνονται και από τα φυτά. Τα μικροθρεπτικά προέρχονται από διάφορες πηγές στο έδαφος και αξιοποιούνται από τα φυτά ανάλογα με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περιοχή.

Παρακάτω θα γίνει αναφορά για τα μικροστοιχεία: μαγγάνιο (Mn) και μαγνήσιο (Mg) των οποίων υπολογίσθηκαν οι ολικές και αφομοιώσιμες ποσότητες.

Μαγγάνιο Mn: Το μαγγάνιο είναι ένα από τα ιχνοστοιχεία που βρίσκονται σε αφθονία στη λιθόσφαιρα. Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται το μαγγάνιο είναι ο πυρολουσίτης ( $MnO_2$ ), ο κρυπτομελίτης ( $KMn_8O_{16}$ ) και ο μαγγανίτης [ $MnO(OH)$ ]. Η ολική περιεκτικότητα των εδαφών σε μαγγάνιο κυμαίνεται από 200 – 3000 mg/Kg με μέση τιμή 500 mg/Kg, ενώ η ποσότητα της υδατοδιαλυτής του μορφής στην πάστα κορεσμού είναι 170  $\mu\text{g/L}$ , με διακύμανση 25 – 2200  $\mu\text{g/L}$ . Η διαλυτότητά του εξαρτάται από το pH καθώς επίσης και από το δυναμικό οξειδοαναγωγής. Η διαθεσιμότητα του μαγγανίου αυξάνεται σημαντικά με την μείωση του pH στο έδαφος, όπως και με την παρουσία οργανικών υπολειμμάτων για ουδέτερα έως αλκαλικά εδάφη. Το μαγγάνιο είναι αφομοιώσιμο από τα φυτά με τη δισθενή του μορφή. Αλληλεπιδράσεις του με άλλα στοιχεία δεν έχουν αναφερθεί.

Ο προσδιορισμός των ολικών ποσοτήτων των μικροθρεπτικών μαγγανίου (Mn) και ) έγινε με την μέθοδο του νιτρικού οξέως ( $HNO_3$ ), (Sposito et al, 1978, Beckelt, 1989, h://32). Η μέθοδος στηρίζεται στη διάσπαση των ενώσεων του εδάφους και την απελευθέρωση των ιχνοστοιχείων στο διάλυμα.

Τα υλικά , τα όργανα και τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν:

- Κωνικές φιάλες των 200 ml
- Αναλυτικός ζυγός ακριβείας δύο δεκαδικών
- Κόσκινο διαμέτρου 1 mm
- Σιφόνια πλήρωσεως των 25 ml
- Πλάκα θερμάνσεως (αμμόλουτρο),
- Χωνιά διηθήσεως και ηθμοί Whatman N° 40
- Ογκομετρικές φιάλες των 50 ml
- Ατομική απορρόφηση
- Διάλυμα νιτρικού οξέως ( $HNO_3$ ) 4M

Δείγματα εδάφους 2 γραμμαρίων επαρκώς λειοτριβημένα μεταφέρθηκαν ποσοτικά σε κωνικές φιάλες των 200 ml και προστέθηκαν 25 ml νιτρικού οξέως ( $HNO_3$ ) 4M. Οι

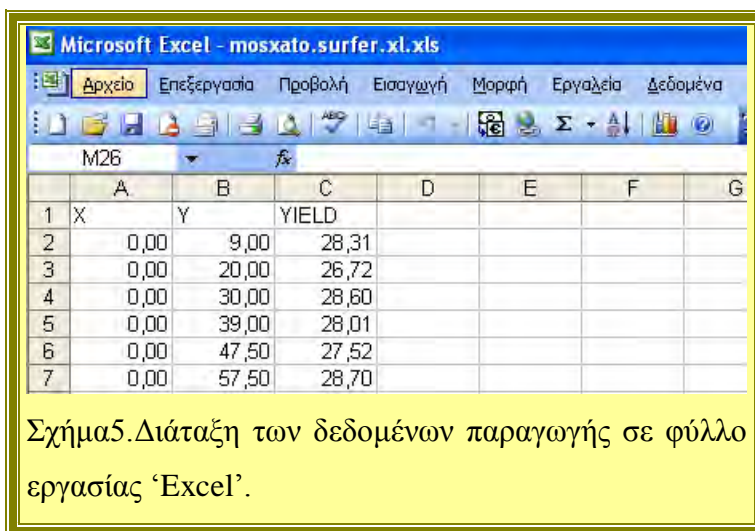
κωνικές φιάλες τοποθετήθηκαν σε πλάκα θερμάνσεως (αμμόλουτρο) στην απαγωγό εστία και θερμάνθηκαν στους 80°C για δεκαέξι ώρες. Στο λαιμό της κάθε κωνικής φιάλης τοποθετήθηκε χωνί διηθήσεως ώστε η πέψη να γίνεται, όσο το δυνατόν υπό σταθερό όγκο. Έπειτα από το πέρας των 16 ωρών τα αιωρήματα διηθήθηκαν, με ηθμό Whatman N° 40, σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml. Τέλος, έγινε ο προσδιορισμός των ολικών ποσοτήτων των τεσσάρων μικροθρεπτικών σε όργανο ατομικής απορρόφησης.

### **3.4 Μετρήσεις στοιχείων παραγωγής**

Οι μετρήσεις παραγωγής πραγματοποιήθηκαν με σκοπό να εκτιμηθεί η παραλλακτικότητα που παρουσιάζει η παραγωγή κατά μήκος του αγρού. Η χαρτογράφηση της παραγωγής πραγματοποιήθηκε το φθινόπωρο του 2010, κατά τη διάρκεια της συγκομιδής.

Η συγκομιδή των σταφυλιών έγινε παραδοσιακά με το χέρι. Τα σταφύλια τοποθετήθηκαν σε πλαστικές κλούβες χωρητικότητας 20-25 κιλών από τους εργάτες που έκαναν τη συγκομιδή. Πριν απομακρυνθούν οι γεμάτες κλούβες από τον αμπελώνα, πραγματοποιήθηκε ζύγιση χρησιμοποιώντας απλό μηχανικό ζυγό αναρτημένο σε μια ειδική κατασκευή η οποία βοήθουσε στην ανύψωση και σταθεροποίηση της κλούβας που ζυγίζονταν, ώστε να ληφθεί γρήγορα και σταθερά το βάρος της καθεμιάς. Η κατασκευή αυτή αποτελούνταν από μια μεταλλική βάση μεταβαλλόμενου μήκους και σχήματος Λ. Από αυτήν ήταν αναρτημένος ο ζυγός μέτρησης του βάρους. Στο κάτω μέρος του ζυγού, αναρτήθηκε σύστημα αποτελούμενο από δυο συρματόσχοινα. Η κάτω άκρη του κάθε συρματόσχοινου ήταν συνδεδεμένη με μεταλλικό γάντζο ο οποίος χρησίμευε για το πιάσιμο της κλούβας από τις δυο λαβές, δεξιά κι αριστερά. Η θέση της κάθε κλούβας καθορίστηκε με χρήση GPS χειρός. Μια φωτογραφία θα βοηθούσε κάποιον να καταλάβει

Όλα τα στοιχεία εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα 'Excel'. Η διάταξη των στοιχείων παίζει σημαντικό ρόλο για την περαιτέρω επεξεργασία. Στον πίνακα Excel οι δυο πρώτες στήλες περιέχουν τις συντεταγμένες X και Y αντίστοιχα, ενώ στην τρίτη στήλη περιέχονται τα



Σχήμα5. Διάταξη των δεδομένων παραγωγής σε φύλλο εργασίας 'Excel'.

	A	B	C	D	E	F	G
1	X	Y	YIELD				
2	0,00	9,00	28,31				
3	0,00	20,00	26,72				
4	0,00	30,00	28,60				
5	0,00	39,00	28,01				
6	0,00	47,50	27,52				
7	0,00	57,50	28,70				

δεδομένα των μετρήσεων της παραγωγής.

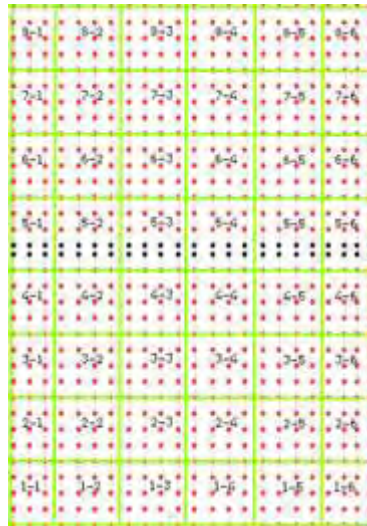
Ο κάθε αριθμός της στήλης αυτής αντιστοιχεί στην τιμή μιας ζύγισης και πρέπει να βρίσκεται στην ίδια γραμμή με τις συντεταγμένες του σημείου από το οποίο είχε ληφθεί η συγκεκριμένη μέτρηση. Το αρχείο το οποίο προέκυψε εισήχθη στο λογισμικό 'Surfer' στο οποίο υποβλήθηκε σε περαιτέρω επεξεργασία. Πραγματοποιήθηκε παρεμβολή των τιμών που συνελέγησαν από τις μετρήσεις, με τη βοήθεια της λειτουργίας "kriging" που διαθέτει το πρόγραμμα, δίνοντας τις ενδιάμεσες τιμές. Έτσι ο αριθμός των δεδομένων των μετρήσεων παραγωγής πολλαπλασιάστηκε δίνοντας μεγαλύτερη ακρίβεια στην επεξεργασία που ακολούθησε. Από το πρόγραμμα surfer δημιουργήθηκε ένα αρχείο μορφής 'Excel document' το οποίο περιέχει όλα τα δεδομένα των μετρήσεων παραγωγής..

Ακολούθησε η βαθμονόμηση των δεδομένων. Έπειτα από το πέρας της συγκομιδής, οι κλούβες με τα σταφύλια μαζεύτηκαν από τον αμπελώνα και οδηγήθηκαν στο οινοποιείο, όπου και ζυγίστηκαν. Ο αριθμός αυτός χρησιμοποιήθηκε για τη βαθμονόμηση όλων των δεδομένων. Υπολογίστηκε το συνολικό άθροισμα που έδινε το βάρος των συγκομισμένων σταφυλιών από όλες τις κλούβες οι οποίες είχαν ζυγιστεί μία προς μία και βρέθηκε η απόκλιση από το συνολικό βάρος της παραγωγής που ζύγισε το οινοποιείο. Έτσι εξήχθη ένας συντελεστής διόρθωσης, ο οποίος πολλαπλασιάστηκε με την κάθε μία μέτρηση ξεχωριστά.

Τέλος δημιουργήθηκε ένα “dbf” αρχείο με τη βοήθεια του προγράμματος ‘Excel’ το οποίο και χρησιμοποιήθηκε για να εισάγει τα στοιχεία στο λογισμικό ‘Surfer’ με τελικό στόχο να δημιουργηθούν οι χάρτες παραγωγής.

### 3.5 Μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών

Οι παράμετροι των ποιοτικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν, ήταν τα ολικά οξέα, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα (βαθμοί baume) και το pH του χυμού. (Παραγωγή οινοποιήσιμων και επιτραπέζιων σταφυλιών ποιότητας, <http://19>). Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε κλίμακα πλέγματος. Το πειραματικό αγροτεμάχιο χωρίστηκε σε πλέγμα, δηλαδή σε τετράγωνα ίσης επιφάνειας εδάφους και αναλύθηκαν 48 συνολικά δείγματα.



Σχήμα 6. Πειραματικό αγροτεμάχιο χωρισμένο σε πλέγμα

Ανάλογα με τη διαμόρφωση του αμπελώνα, τη διάταξη και τον αριθμό των γραμμών και τον αριθμό των πρέμων πάνω στη γραμμή, πραγματοποιήθηκε η διαμόρφωση του πλέγματος του πειραματικού αγροτεμαχίου. Το κάθε κελί του πλέγματος ονομάστηκε με χαρακτηριστική κωδική ονομασία

Κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, επιλέχθηκαν από το κάθε δοχείο μερικά σταφύλια τα οποία τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες. Η κάθε σακούλα έφερε ετικέτα στην οποία αναγράφονταν ένας κωδικός. Ο κωδικός της κάθε μίας από τις σακούλες δόθηκε σύμφωνα με το πλέγμα που δημιουργήθηκε του αγροτεμαχίου και τους κωδικούς του κάθε κελιού

του πλέγματος αυτού. Στο κάθε κελί ανήκε από μια σακούλα η οποία έπρεπε να φέρει τον κωδικό του συγκεκριμένου κελιού. Το κάθε δοχείο, ανάλογα με τη θέση στην οποία βρισκόταν στον αμπελώνα, ανήκε και σε κάποιο συγκεκριμένο κελί του πλέγματος. Συνεπώς το κάθε δείγμα που επιλέγονταν από τις κλούβες, τοποθετούνταν στην κατάλληλη σακούλα. Έπειτα από το πέρας της διαδικασίας συλλογής των δειγμάτων, ακολούθησε η αποστολή τους στα εργαστήρια για τις αναλύσεις.

Στα εργαστήρια έγινε η εξαγωγή του γλεύκους με την διαδικασία της συμπίεσης, για να μετρηθούν τα σάκχαρα χρησιμοποιώντας ψηφιακό διαθλασίμετρο (brix), τα ολικά οξέα και το pH του γλεύκους.

### **HI 96801 Ψηφιακό διαθλασίμετρο του Οίκου HANNA Ιταλίας**

**Εύρος: 0 έως 85% Brix / 0 έως 80oC**

**Ανάλυση: +/- 0.1% Brix / +/- 0.1oC**

**Ακρίβεια: +/- 0.2% Brix / +/- 0.3oC**

**Χρόνος μέτρησης: περίπου 1,5 sec**

**Τροφοδοσία: μια μπαταρία των 9 Volt η οποία αρκεί για περίπου 5000 μετρήσεις**

**Εξοικονόμηση ενέργειας: αυτόματο κλείσιμο μετά από 3 λεπτά μη λειτουργίας**

**Διαστάσεις: 19,2 x 10,2 x 6,7cm**

**Βάρος: 420g**

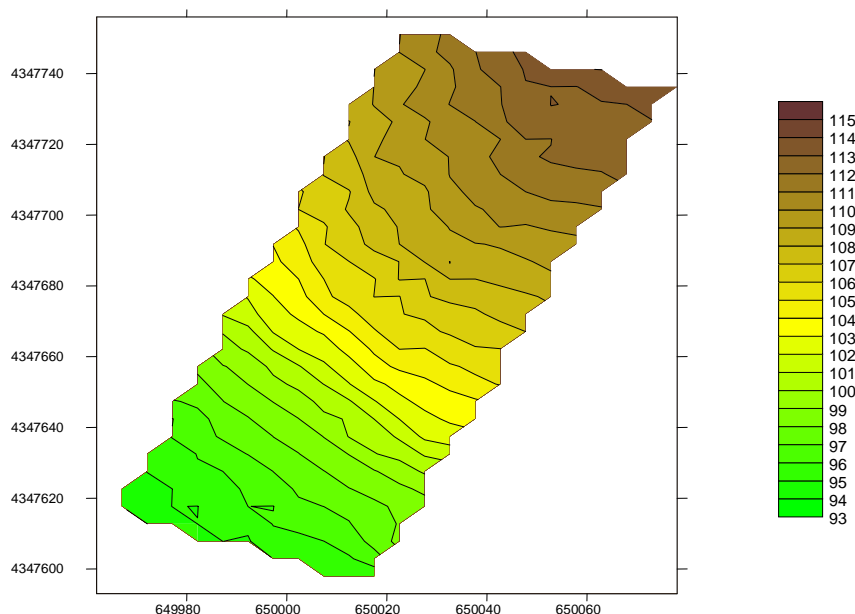
Με την μέθοδο της εξουδετέρωσης οξέων με βάση και δείκτη για τον ακριβή προσδιορισμό της συγκέντρωσης οξέων. Χρησιμοποιήθηκαν 5 ml γλεύκους τα οποία αραιώθηκαν με απιονισμένο νερό. Προστέθηκαν 4 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλείνης και ακολούθησε εξουδετέρωση του διαλύματος με NaOH 1N. Ο όγκος του NaOH που απαιτήθηκαν για την εξουδετέρωση του δείγματος πολλαπλασιασμένος με 1,5 έδωσε την περιεκτικότητα του κάθε δείγματος σε ολικά οξέα εκφρασμένα σε περιεκτικότητα σε τρυγικό οξύ. Τέλος το pH του γλεύκους κάθε δείγματος μετρήθηκε με ηλεκτρονικό πεχάμετρο.

Όλα τα δεδομένα από τα αποτελέσματα των αναλύσεων εισήχθησαν στο πρόγραμμα 'Excel' και ακολούθησε μια πρώτη επεξεργασία των στοιχείων. Το παραγόμενο αρχείο υποβλήθηκε σε επεξεργασία από το λογισμικό πακέτο γεωργίας ακρίβειας 'Surfer' για την πραγματοποίηση παρεμβολής με τον υπολογισμό ενδιάμεσων τιμών, ώστε να γίνει μεταφορά των δεδομένων σε κανονικό πλέγμα. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η σύγκριση των δεδομένων στη ίδια κλίμακα. Το εξαγόμενο από το surfer αρχείο περιέχει όλα τα αρχικά στοιχεία συμπεριλαμβανομένων και μερικών νέων τιμών που προέκυψαν από την παρεμβολή που πραγματοποιήθηκε από το πρόγραμμα. Τέλος, τα δεδομένα αυτά τροποποιήθηκαν σε "Γ" αρχείο το οποίο και χρησιμοποιήθηκε για να παρεμβάλει τα στοιχεία στο λογισμικό 'Surfer' στο οποίο παρήχθησαν οι χάρτες. (Blackmore, B.S., Marshall, C. J.,1996)

## Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα-Συζήτηση

### 4.1. Δημιουργία τοπογραφικού ανάγλυφου του αμπελώνα

Το αρχικό στάδιο του πειράματος περιλαμβάνει τη δημιουργία του τοπογραφικού ανάγλυφου του αμπελώνα. Η χαρτογράφηση του υψομέτρου κατά μήκος του αμπελώνα πραγματοποιήθηκε με τη χρήση υψηλής ακρίβειας RTK GPS της εταιρίας TRIMBLE. Στο Σχήμα 7. παρουσιάζεται ο χάρτης του ανάγλυφου του χωραφιού σε δισδιάστατη απεικόνιση η οποία δημιουργήθηκε με το πρόγραμμα Surfer (Golden Software, Surfer 8.05., 2004).



**Σχήμα 7.** Δισδιάστατη απεικόνιση του ανάγλυφου του αμπελώνα

Ο αμπελώνας βρίσκεται σε υψόμετρο 93 μέτρων στο κατώτερο σημείο το οποίο εντοπίζεται στο νοτιοδυτικό τμήμα, ενώ στο ανώτερο σημείο το υψόμετρο φθάνει τα 114 μέτρα στο βορειοανατολικό τμήμα. Το μήκος του είναι 158 μέτρα και το πλάτος του 61 μέτρα ενώ, η μέση κλίση του εδάφους είναι περίπου 14%.

Παρατηρείται λοιπόν από τον χάρτη πως η κλίση του αγρού στα πρώτα 40 μέτρα είναι μικρή (περίπου 5%) στο βορειοανατολικό του τμήμα του. Στα ακόλουθα 80 μέτρα του αμπελώνα μεταξύ υψομέτρου 97 και 105 μέτρων η κλίση του χωραφιού αυξάνει

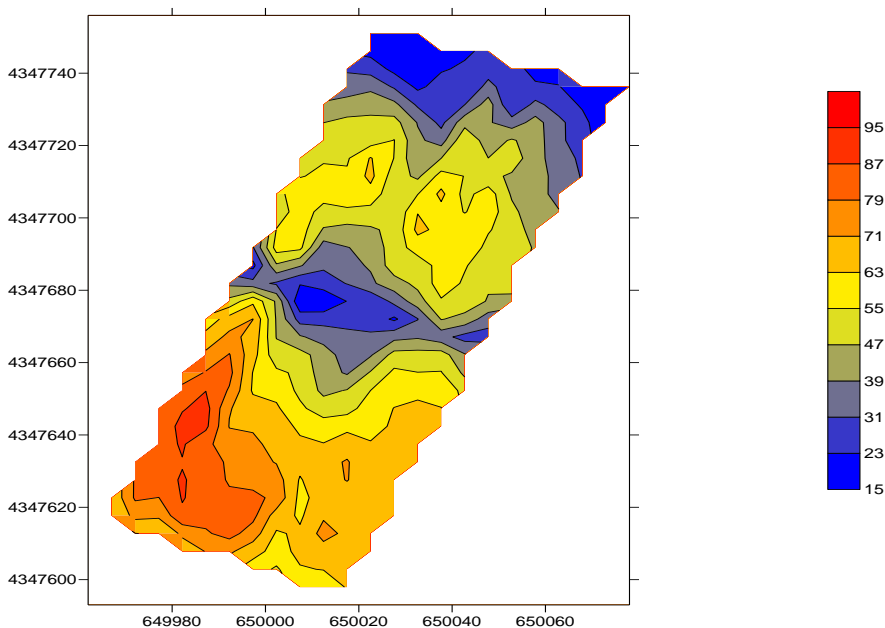


σημαντικά περίπου 20%, μειούμενη σταδιακά προς το νοτιότερο τμήμα του αγρού όπου η κλίση ομαλοποιείται φτάνοντας περίπου 5%.

Σύμφωνα με την κλίση είναι δυνατό να εξαχθεί ένα πρώτο συμπέρασμα για την διαφοροποίηση της εδαφικής υγρασίας που επηρεάζεται από την υψομετρική διαφορά και τη μεγάλη κλίση. Στα τμήματα του αγρού που παρουσιάζεται αυξημένη κλίση είναι λογικό να παρατηρούνται χαμηλότερες τιμές εδαφικής υγρασίας και κατά συνέπεια και ηλεκτρικής αγωγιμότητας η οποία επηρεάζεται άμεσα από αυτή. Επίσης στα σημεία αυτά αναμένεται να παρατηρηθούν χαμηλότερες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος λόγω έκπλυσης.

## 4.2. Χαρτογράφηση της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας του αμπελώνα

Το επόμενο στάδιο του πειράματος είναι η χαρτογράφηση της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECa) του εδάφους του αμπελώνα, ενός μεγέθους που επηρεάζεται άμεσα από την περιεχόμενη εδαφική υγρασία, την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, την αλατότητα και την εδαφική σύσταση. Συνεπώς μας δίνει και μία πρώτη εικόνα για την κατάσταση του εδάφους βοηθώντας σημαντικά στη δημιουργία των ζωνών διαχείρισης. Στο Σχήμα 8. απεικονίζεται ο χάρτης της φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας του αγρού.



## Σχήμα 8. Χάρτης φαινόμενης ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECa) του αμπελώνα

Παρατηρώντας το χάρτη της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (Σχήμα 8), γίνεται σαφής ο διαχωρισμός του χωραφιού σε τρεις ζώνες. Οι τιμές της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρουσιάζονται αυξημένες στο νοτιότερο τμήμα του αγρού ( $ECa > 75$  mS/m), όπου η κλίση του εδάφους είναι χαμηλή και η εδαφική υγρασία είναι υψηλή σε σχέση με τα υπόλοιπα τμήματα του αμπελώνα (Σχήμα 7).

Οι χαμηλότερες τιμές της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρουσιάζονται στο μέσο και δυτικό τμήμα του αγρού και στο βόρειο τμήμα του αγρού ( $ECa: 15-40$  mS/m), όπου παρατηρείται μεγάλη κλίση του εδάφους (περίπου 20%). Αποτέλεσμα της κλίσης είναι η μειωμένη ικανότητα συγκράτησης νερού και εμφάνιση εντονότερης έκπλυσης του εδάφους. Τέλος, στο υπόλοιπο τμήμα του αγρού που παρουσιάζει μέτρια κλίση, οι τιμές φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας κυμαίνονται σε μεσαία επίπεδα ( $ECa: 40-75$  mS/m).

### 4.3 Στατιστική ανάλυση

Οι μετρήσεις των εδαφολογικών ιδιοτήτων και ποιοτικών χαρακτηριστικών υποβλήθηκαν στατιστικής επεξεργασίας όπου τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

#### ***Βασικά περιγραφικά στατιστικά***

Βρέθηκε μικρή χωρική παραλλακτικότητα ( $C.V. \leq 7\%$ ) στις μετρήσεις:

- pH εδάφους σε βάθος (15-40cm)  $C.V.=1.2369$  %
- pH εδάφους σε βάθος (0-15cm)  $C.V.=2.4987$  %
- pH του γλεύκους  $C.V.= 5.8397$  %
- Συγκέντρωση σακχάρων του γλεύκους (Brix)  $C.V.=6.4519$  %
- Συγκέντρωση αργίλου εδάφους σε βάθος (0-15cm)  $C.V.=6.7358$  %

Παρουσιάστηκε μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα ( $7 < C.V. \leq 14$ ) στις μετρήσεις:

- Συγκέντρωση ανταλλάξιμου ασβεστίου (mg/Kg) σε βάθος (0-15) C.V.=8.9889 %
- Συγκέντρωση ιλύος εδάφους σε βάθος (0-15cm) C.V.=8.9943 %
- Συγκέντρωση ανταλλάξιμου ασβεστίου(mg/Kg) σε βάθος (15-40) C.V.=11.7449 %
- Συγκέντρωση άμμου εδάφους σε βάθος (15-40cm) C.V.=11,8046 %
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους σε βάθος (15-40cm) C.V.= 12.963 %

Παρουσιάστηκε αρκετά μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα ( $14 < C.V. \leq 21$ ) στις μετρήσεις:

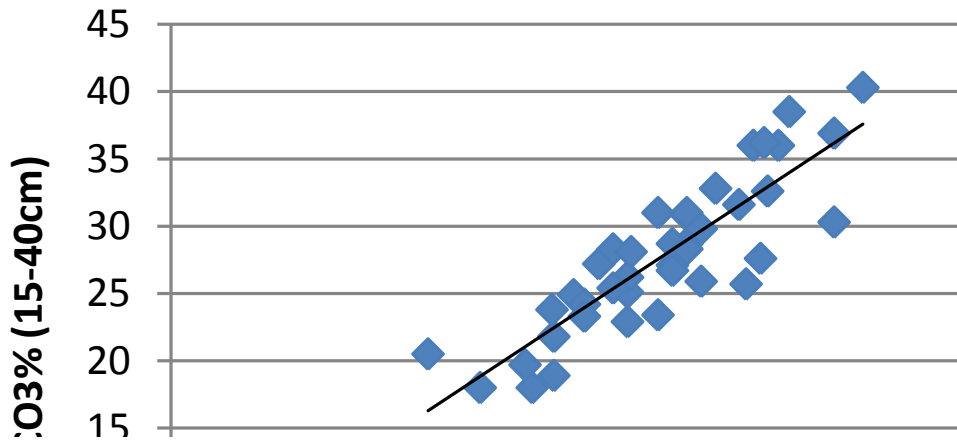
- Συγκέντρωση ανταλλάξιμου μαγνησίου (mg/Kg) σε βάθος (0-15cm) C.V.=14.2419 %
- Συγκέντρωση άμμου εδάφους σε βάθος (0-15cm) C.V.=15.7127 %
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους σε βάθος (0-15cm) C.V.= 15.8668 %
- Συγκέντρωση οργανικής ουσίας στο έδαφος σε βάθος (0-15cm) C.V.=16,832 %
- Συγκέντρωση ανταλλάξιμου μαγνησίου (mg/Kg) σε βάθος (15-40) C.V.=19.7203%
- Συγκέντρωση οργανικής ουσίας στο έδαφος σε βάθος (0-15cm) C.V.=19.9789%
- Συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος σε βάθος (15-40cm) C.V.=20.0815%
- Συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος σε βάθος (0-15cm) C.V.=20.1243%

Παρουσιάστηκε πάρα πολύ μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα ( $21 < C.V.$ ) στις μετρήσεις:

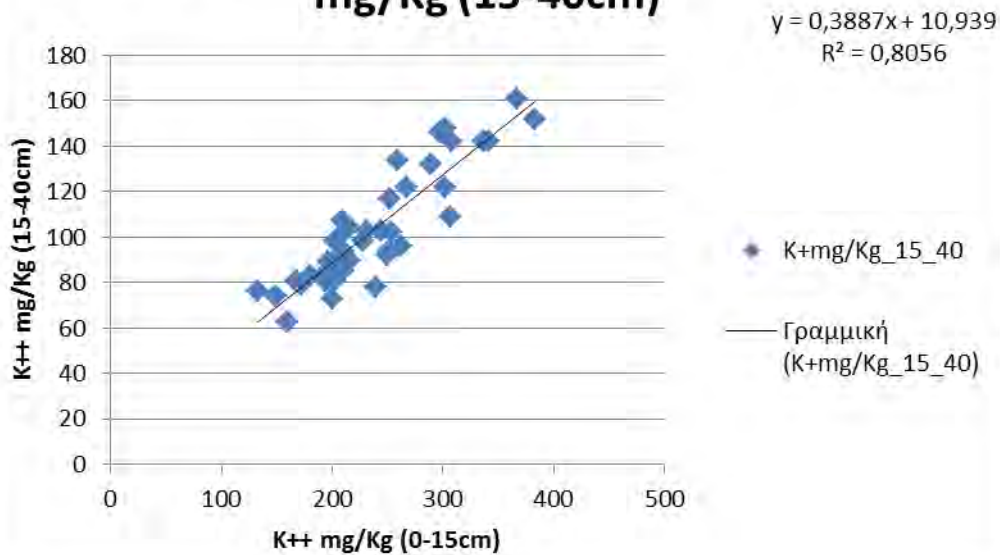
- Παραγωγή (tn/ha) C.V.= 22.4381 %
- Συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου (mg/Kg) σε βάθος (15-40cm) C.V.=24,5711 %
- Συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου (mg/Kg) σε βάθος (0-15cm) C.V.=24,6381 %
- Ολικά οξέα γλεύκους C.V.= 25.1138 %
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους με αισθητήρα EM38 C.V.= 31.1694 %

Στην σύγκριση του ανθρακικού ασβεστίου στα δύο βάθη (Σχήμα 9) βρέθηκαν να έχουν περίπου 75% γραμμική σχέση, καθώς επίσης και στην συσχέτιση του καλίου στα δύο βάθη (Σχήμα10) γραμμική περίπου 81%.

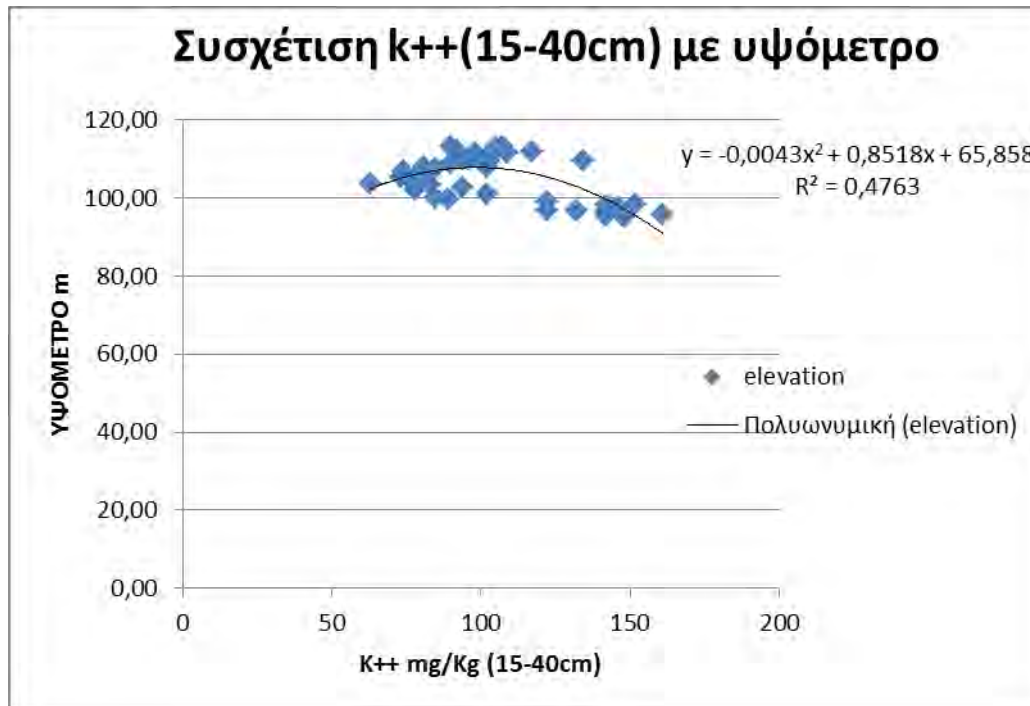
## Συσχέτιση CaCO<sub>3</sub> (0-15cm) (15-40cm)



## Συσχέτιση K<sup>++</sup> mg/Kg (0-15cm) με K<sup>++</sup> mg/Kg (15-40cm)



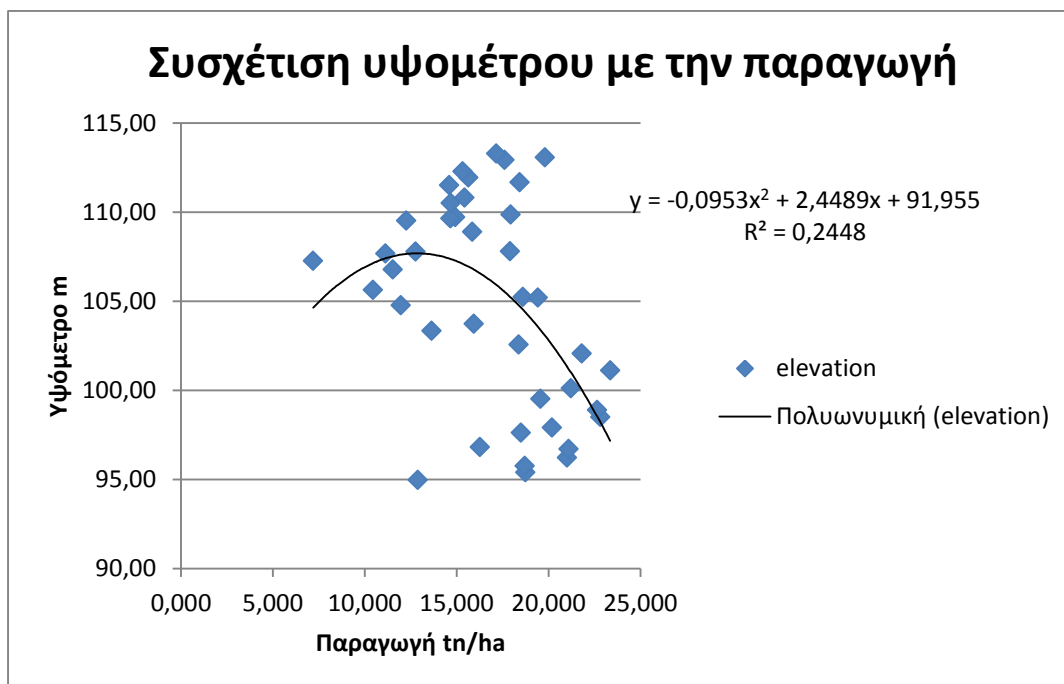
Συγκρίνοντας το ανταλλάξιμο κάλιο σε βάθος 15-40cm με το ανάγλυφο του αμπελώνα (Σχήμα 11) έχουν πολυώνυμική σχέση δευτέρου βαθμού όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Παρουσιάστηκε συσχέτιση της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του ανάγλυφου (Σχήμα 12) γραμμική περίπου 62%, καθώς επίσης και με την συγκέντρωση άμμου (σε βάθος 0-15cm) και του ανάγλυφου (Σχήμα 12) βρέθηκε πολυωνυμική σχέση δευτέρου βαθμού περίπου 62%. Το ανάγλυφο είχε επίσης μικρή σχέση με την παραγωγή πολυωνυμική δευτέρου βαθμού περίπου 25%.



Σχήμα 11

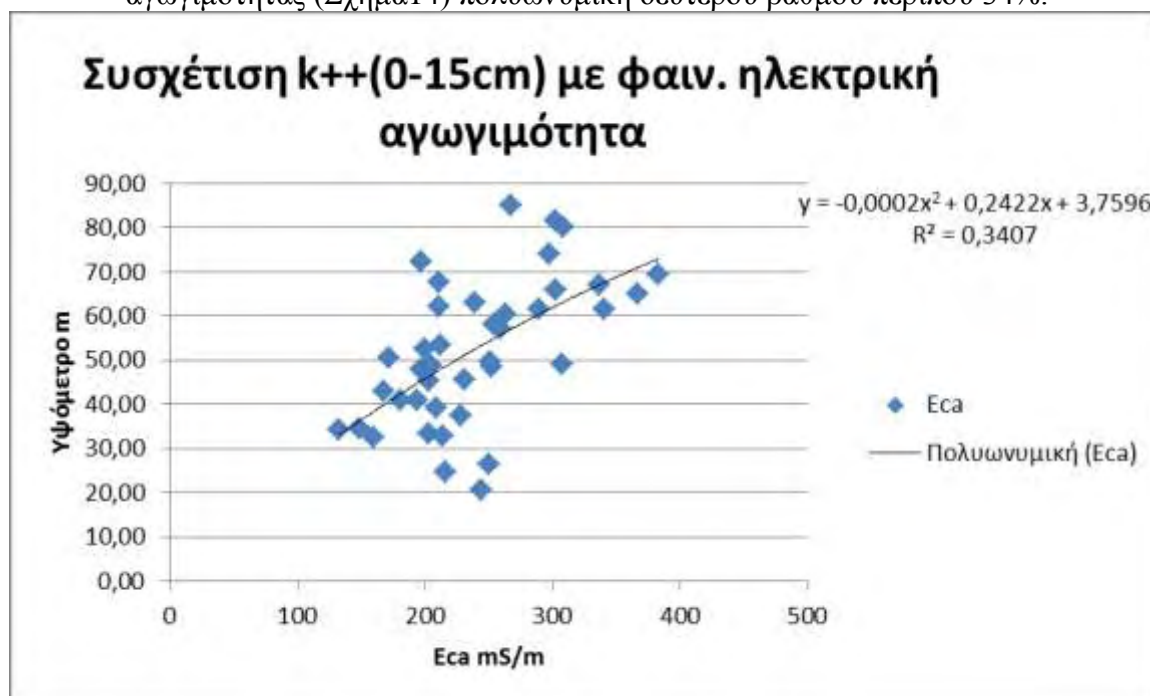


Σχήμα 12



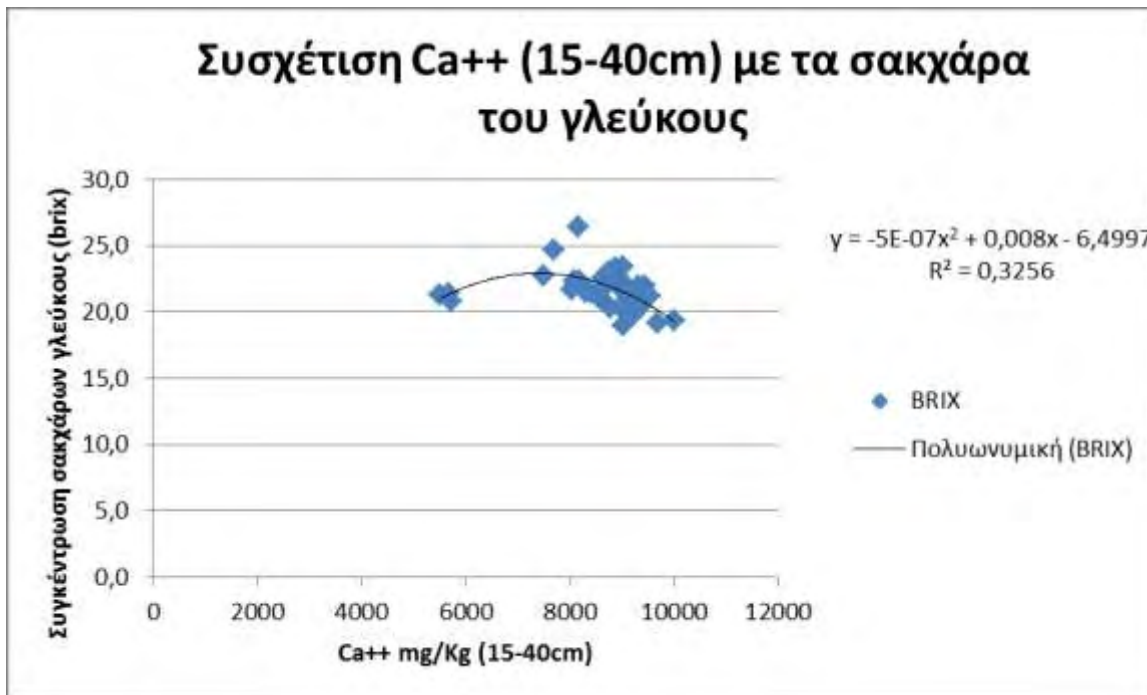
**Σχήμα 13**

Βρέθηκε μικρή συσχέτιση του καλίου σε βάθος 0-15cm και φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (Σχήμα14) πολυωνυμική δευτέρου βαθμού περίπου 34%.



**Σχήμα 14**

Ακόμη στην σύγκριση του ανταλλάξιμου ασβεστίου και των σακχάρων του γλεύκους βρέθηκε πολυωνυμική σχέση δευτέρου βαθμού περίπου 33%.



**Σχήμα 15**

### **Συσχετίση**

Τα αποτελέσματα υπέστησαν συσχέτιση κατά Pearson's Correlation με την χρήση του προγράμματος SPSS. Βρέθηκαν τρία επίπεδα συσχετίσεων:

- Πολύ σημαντική συσχέτιση significance <0.001
- Σημαντική συσχέτιση significance <0.05
- Καμία συσχέτιση significance  $\geq 0.05$

### **Πολύ σημαντική συσχέτιση βρέθηκαν να έχουν:**

1. Ανθρακικό ασβέστιο (0-15cm) με Οργανική ουσία (0-15 cm) P.C= -,502\*\*
2. Ανθρακικό ασβέστιο (0-15cm) με Μαγνήσιο (0-15cm) P.C= -,457\*\*
3. Ανθρακικό ασβέστιο (0-15cm) με Ανθρακικό ασβέστιο (15-40cm) P.C = ,868\*\*
4. Ανθρακικό ασβέστιο (0-15cm) με Οργανική ουσία (0-15 cm) P.C = -,439\*\*
5. Ανθρακικό ασβέστιο (0-15cm) με Παραγωγή P.C = ,420\*\*
6. Οργανική ουσία (0-15 cm) με Μαγνήσιο (0-15cm) P.C = ,389\*
7. Οργανική ουσία (0-15 cm) με Οργανική ουσία (15-40cm) P.C = ,503\*\*
8. Κάλιο (0-15cm) με Κάλιο (15-40cm) P.C = ,898\*\*
9. Κάλιο (0-15cm) με Φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα P.C = ,582\*\*
10. Κάλιο (0-15cm) με Παραγωγή P.C = ,422\*\*

11. Κάλιο (0-15cm) με το ανάγλυφο P.C = -,470\*\*
12. Μαγνήσιο (0-15cm) με Οργανική ουσία (15-40cm) P.C = ,485\*\*
13. Μαγνήσιο (0-15cm) με Μαγνήσιο (15-40cm) P.C = ,515\*\*
14. Μαγνήσιο (0-15cm) με Άργιλο (15-40cm) P.C = -,420\*\*
15. Μαγνήσιο (0-15cm) με Παραγωγή P.C = ,465\*\*
16. Ανθρακικό ασβέστιο (15-40cm) με Οργανική ουσία (15-40cm) P.C = -,416\*\*
17. Οργανική ουσία (15-40cm) με Ηλεκτρική αγωγιμότητα (15-40cm) P.C = ,421\*\*
18. Κάλιο (15-40cm) με το ανάγλυφο P.C = -,520\*\*
19. Κάλιο (15-40cm) με Φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα P.C = ,599\*\*
20. Φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα με το ανάγλυφο P.C = -,789\*\*
21. Φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα με Άργιλο (0-15cm) P.C = ,420\*\*
22. Φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα με Άργιλο (15-40cm) P.C = ,418\*\*
23. Φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα με Άμμο (15-40cm) P.C = -,427\*\*
24. Παραγωγή με το ανάγλυφο P.C = -,409\*\*
25. Παραγωγή με Άμμο (0-15cm) P.C = -,419\*\*
26. Σάκχαρα γλεύκους με Άργιλο (15-40cm) P.C = -,440\*\*
27. Σάκχαρα γλεύκους με Άμμο (15-40cm) P.C = ,471\*\*
28. pH γλεύκους με Ολικά οξέα γλεύκους P.C = -,541\*\*
29. Ολικά οξέα γλεύκους με το ανάγλυφο P.C = -,422\*\*
30. Ανάγλυφο με Άργιλο (0-15cm) P.C = -,487\*\*
31. Ανάγλυφο με Άργιλο (15-40cm) P.C = -,427\*\*
32. Άργιλο (0-15cm) με Άργιλο (15-40cm) P.C = ,792\*\*
33. Άργιλο (0-15cm) με Άμμο (0-15cm) P.C = -,845\*\*
34. Άργιλο (0-15cm) με Άμμο (15-40cm) P.C = -,734\*\*
35. Άργιλο (15-40cm) με Άμμο (0-15cm) P.C = -,774\*\*
36. Άργιλο (15-40cm) με Άμμο (15-40cm) P.C = -,962\*\*



37. Άμμο (0-15cm) με Άμμο (15-40cm) P.C = ,757\*\*

38. Άμμο (0-15cm) με Ιλύ (0-15cm) P.C = -,648\*\*

39. Άμμο (15-40cm) με Ιλύ (15-40cm) P.C = -,603\*\*

**Σημαντική συσχέτιση βρέθηκαν να έχουν:**

1. Ανθρακικό ασβέστιο (0-15cm) με Σάκχαρα γλεύκους P.C = ,314\*
2. Κάλιο (0-15cm) με Ηλεκτρική αγωγιμότητα (0-15cm) P.C = ,353\*
3. Κάλιο (0-15cm) με Ιλύ (0-15cm) P.C = -,357\*
4. Μαγνήσιο (0-15cm) με Ανθρακικό ασβέστιο (15-40cm) P.C = -,389\*
5. Μαγνήσιο (0-15cm) με Ολικά οξέα γλεύκους P.C = -,365\*
6. Μαγνήσιο (0-15cm) με Άμμο (0-15cm) P.C = -,366\*
7. Μαγνήσιο (0-15cm) με Άμμο (15-40cm) P.C = -,375\*
8. Ανθρακικό ασβέστιο (15-40cm) με Κάλιο (0-15cm) P.C = -,335\*
9. Ανθρακικό ασβέστιο (15-40cm) με Παραγωγή sig= ,386\*
10. Οργανική ουσία (15-40cm) με Παραγωγή sig= -,343\*
11. Ανθρακικό ασβέστιο (15-40cm) Παραγωγή sig= ,327\*
12. Ανθρακικό ασβέστιο (15-40cm) Ολικά οξέα γλεύκους sig= ,323\*
13. Ανθρακικό ασβέστιο (15-40cm) Ιλύ (0-15cm) P.C = -,393\*
14. Μαγνήσιο (15-40cm) με pH εδάφους (15-40cm) P.C = ,352\*
15. Μαγνήσιο (15-40cm) με Άργιλο (0-15cm) P.C = ,386\*
16. Μαγνήσιο (15-40cm) με Άργιλο (15-40cm) P.C = ,389\*
17. Μαγνήσιο (15-40cm) με Άμμο (0-15cm) P.C = -,369\*
18. Μαγνήσιο (15-40cm) με Άμμο (15-40cm) P.C = -,332\*
19. pH εδάφους (0-15cm) με του pH γλεύκους P.C = ,370\*
20. Φαινόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα με Παραγωγή P.C = ,350\*
21. Ολικά οξέα γλεύκους με Παραγωγή P.C = ,374\*
22. Σάκχαρα γλεύκους με Άργιλο (0-15cm) P.C = -,362\*

23. Σάκχαρα γλεύκους με Άμμο (0-15cm) P.C = ,381\*

24. Σάκχαρα γλεύκους με Ιλύ (15-40cm) P.C = -,324\*

25. Ανάγλυφο με Άμμο (15-40cm) P.C = ,401\*

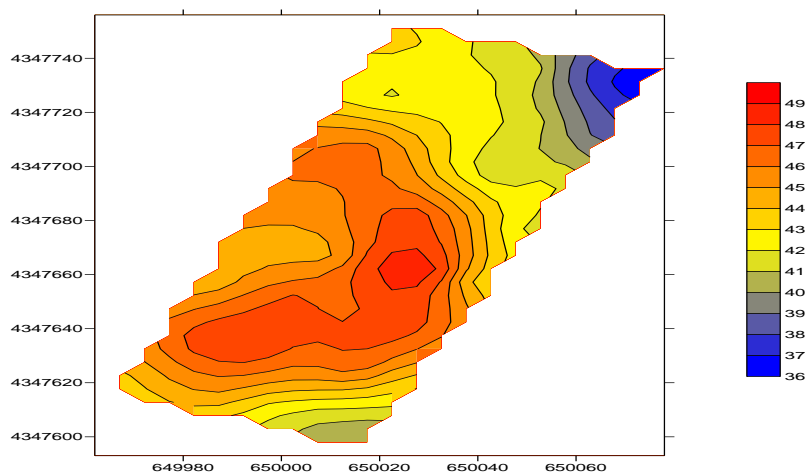
26. Άμμο (0-15cm) με Ιλύ (15-40cm) P.C = -,323\*

27. Ιλύ (0-15cm) με Ιλύ (15-40cm) P.C = ,325\*

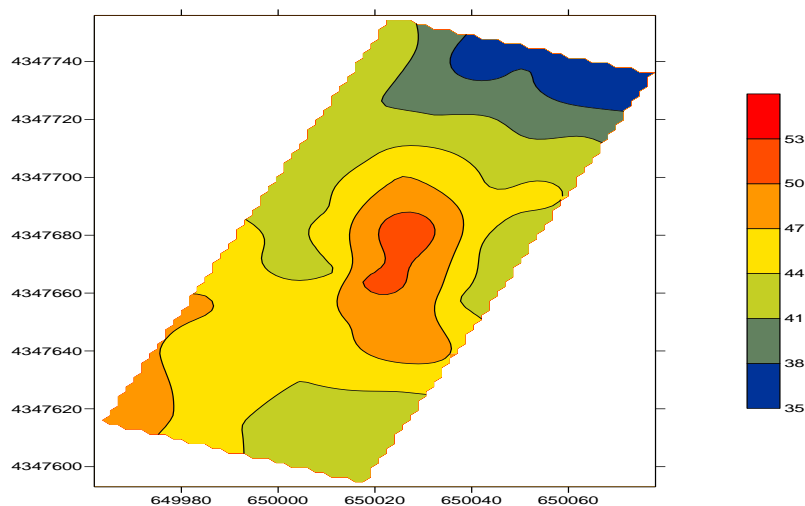
**Καμία συσχέτιση βρέθηκαν να έχουν όλα τα υπόλοιπα στοιχεία**

#### 4.4 Δειγματοληψία εδάφους- Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Τα αποτελέσματα των εδαφολογικών αναλύσεων παρουσιάζονται στους παρακάτω χάρτες (Σχήμα 16 έως ), οι οποίοι δημιουργήθηκαν με την χρήση του προγράμματος Surfer (Golden Software, Surfer 8.05., 2004).



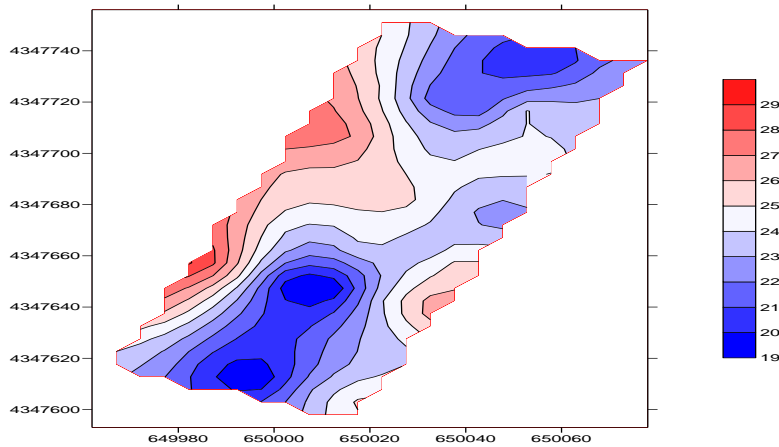
**Σχήμα 16.** Περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο% (0-15 cm)



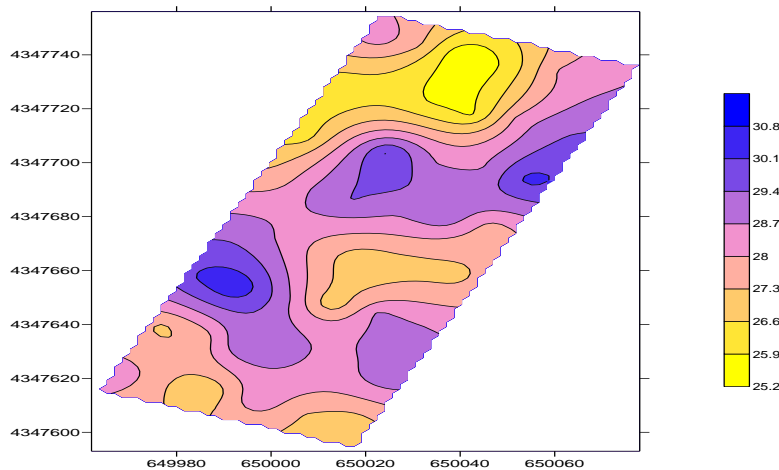
**Σχήμα 17.** Περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο% (15-40 cm)

Παρατηρώντας το Σχήμα 16 (χάρτης περιεκτικότητας σε άργιλο 0-15cm), η συγκέντρωση αργίλου στο μέσο και νοτιότερο τμήμα του αγρού είναι υψηλότερη σε σχέση με το βόρειο-ανατολικό τμήμα του αγρού. Όμοια κατάσταση παρατηρήθηκε και στα δείγματα που

ελήφθησαν από μεγαλύτερο βάθος (15-40 cm) (Σχήμα 17).

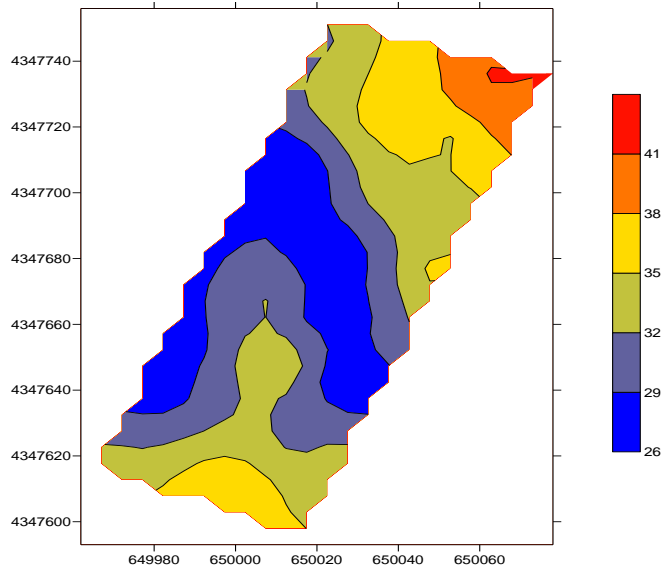


**Σχήμα 18.** Περιεκτικότητα του εδάφους σε  $\text{H}_2\text{O}$  (0-15 cm)

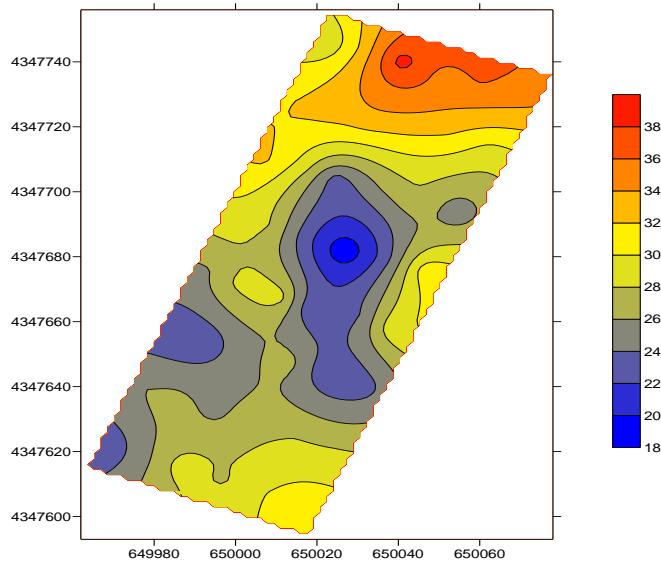


**Σχήμα 19.** Περιεκτικότητα του εδάφους σε  $\text{H}_2\text{O}$  (15-40 cm)

Σύμφωνα με το χάρτη περιεκτικότητας σε  $\text{H}_2\text{O}$  (Σχήμα 18), στο μέσο και δυτικό μέρος παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις  $\text{H}_2\text{O}$  ενώ στο μέσο του νότιου τμήματος καθώς και στο μέσο του βόρειου τμήματος εμφανίζονται ιδιαίτερα χαμηλές συγκεντρώσεις. Στο (Σχήμα 19) παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση  $\text{H}_2\text{O}$  στο βορειοανατολικό τμήμα του αμπελώνα και τρία τμήματα του με χαμηλότερη συγκέντρωση το βορειοδυτικό, μέσο ανατολικό και νότιο.

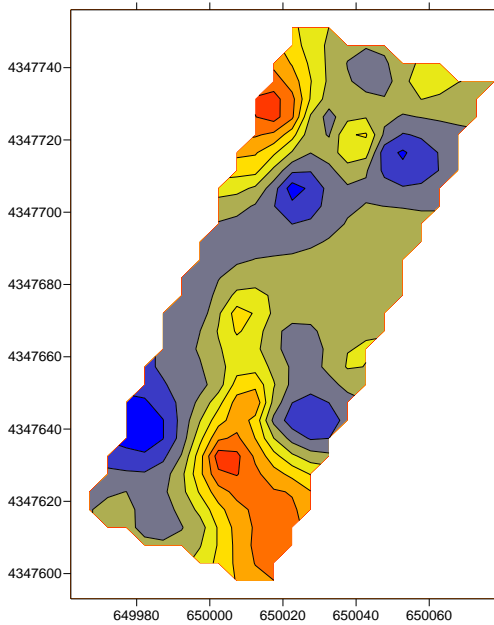


**Σχήμα 20.** Περιεκτικότητα του εδάφους σε άμμο% (0-15 cm)

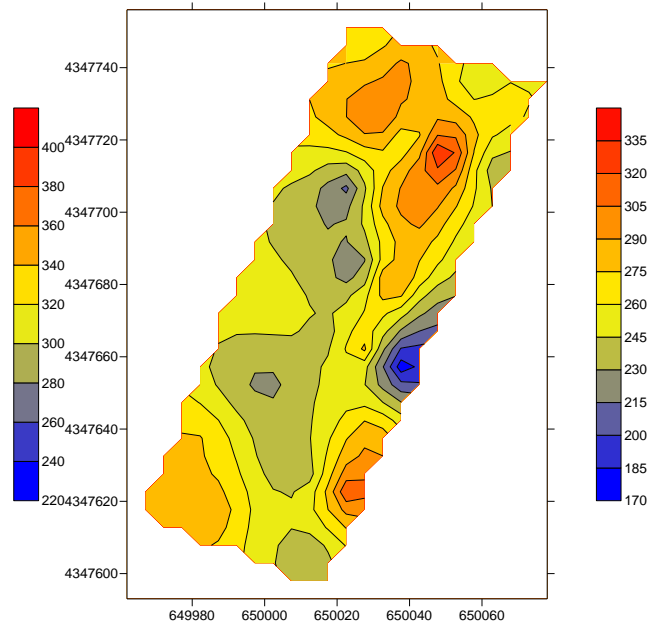


**Σχήμα 21.** Περιεκτικότητα του εδάφους σε άμμο% (15-40 cm)

Εξετάζοντας τους χάρτες περιεκτικότητας σε άμμο (Σχήμα 20 και 21) παρατηρείται ιδιαίτερα χαμηλή συγκέντρωση άμμου στα τμήματα του αγρού με μεγάλη κλίση (κεντρικό και δυτικό τμήμα), ενώ στα τμήματα του αγρού με μικρότερη κλίση (βόρειο και νότιο τμήμα) η συγκέντρωση είναι υψηλότερη. Παρατηρείται επίσης ότι στο βαθύτερο υπόστρωμα η συγκέντρωση άμμου είναι αυξημένη σε σχέση με το επιφανειακό υπόστρωμα (0-15 cm).

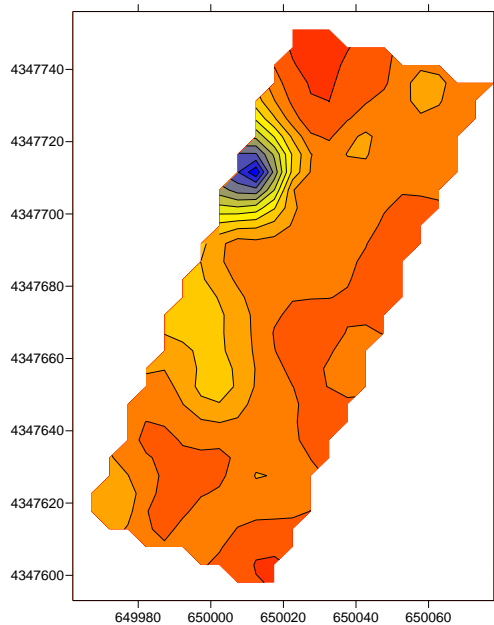


**Σχήμα 22.** Χάρτης ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους (0-15 cm)

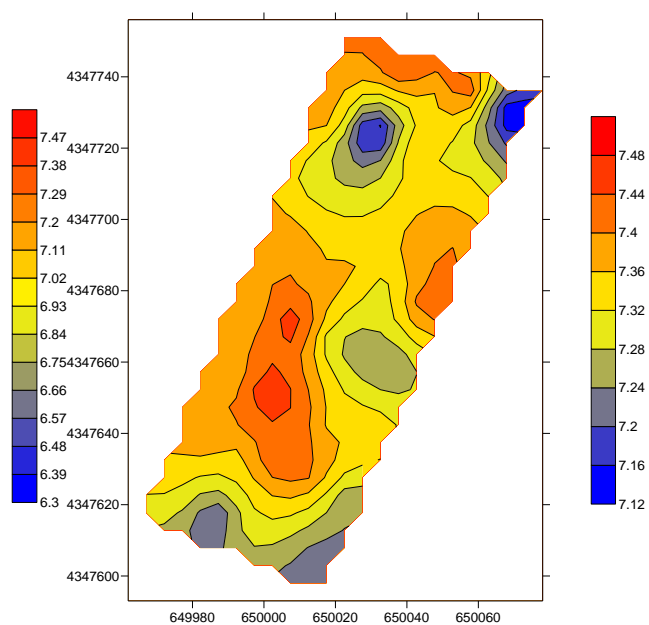


**Σχήμα 23.** Χάρτης ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους (15-40 cm)

Παρατηρώντας τον χάρτη (Σχήμα. 22) φαίνεται να σημειώνονται υψηλότερες τιμές στο νοτιοανατολικό και βορειοδυτικό τμήμα του αγρού, ενώ στον υπόλοιπο αγρό βρέθηκαν χαμηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Στο βαθύτερο στρώμα του εδάφους (Σχήμα 23) βρέθηκαν υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας σχεδόν σε όλο τον αμπελώνα εκτός από το κέντρο περίπου του αγρού και ιδιαίτερα κεντροανατολικά του αμπελώνα.

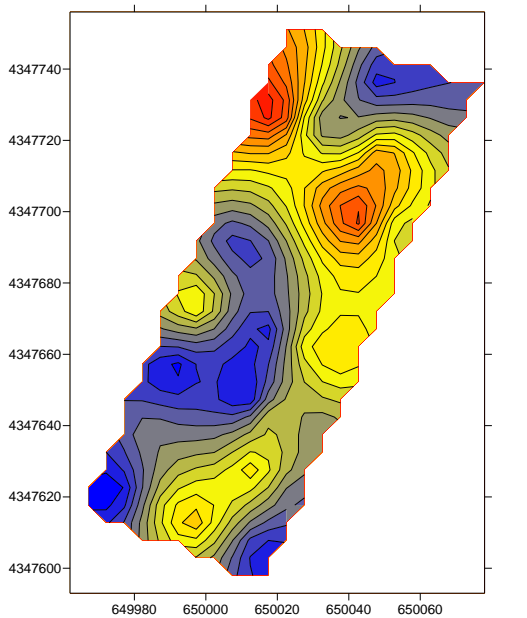


**Σχήμα 24.** Χάρτης μέτρησης pH εδάφους (0-15 cm)

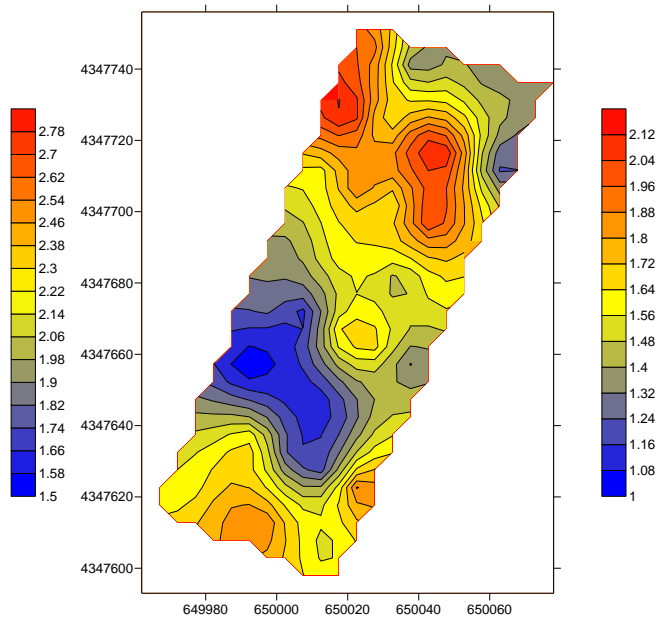


**Σχήμα 25.** Χάρτης μέτρησης pH εδάφους (15-40 cm)

Εξετάζοντας τον χάρτη (Σχήμα 24) παρατηρείται ότι το pH είναι ουδέτερο, ελαφρώς πιο όξινο στο μέσο και δυτικό κομμάτι, ενώ στο χάρτη (Σχήμα 25) παρατηρείται ότι στο βαθύτερο υπόστρωμα δεν υπάρχουν ιδιαίτερες διαφορές στο pH του εδάφους

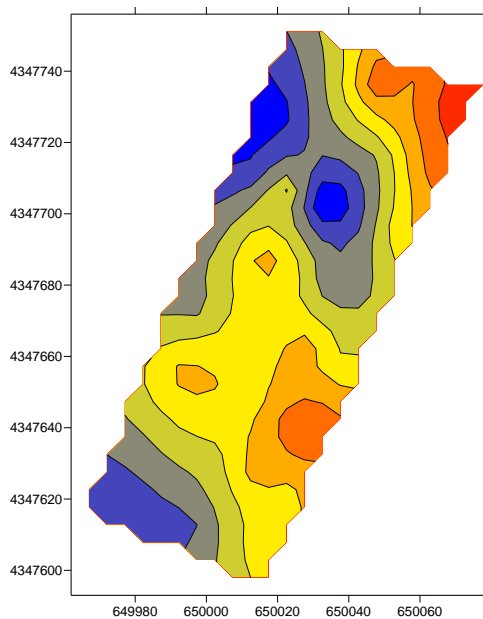


**Σχήμα 26.** Χάρτης μέτρησης οργανικής ουσίας εδάφους (0-15 cm)

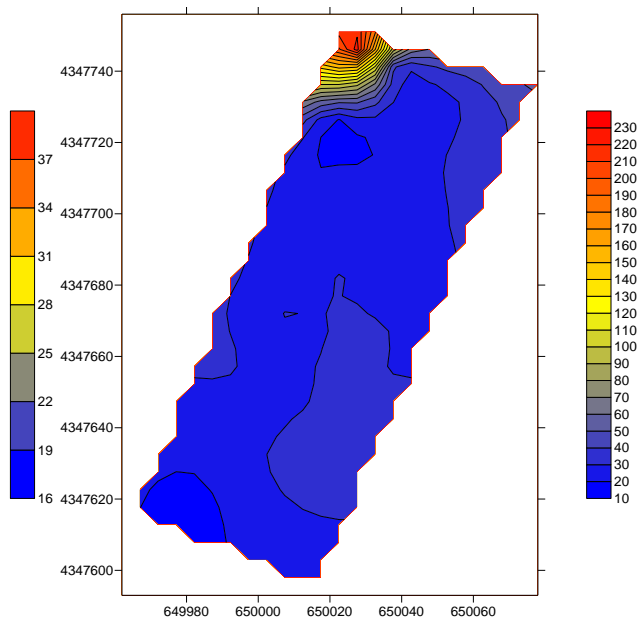


**Σχήμα 27.** Χάρτης μέτρησης οργανικής ουσίας εδάφους (15-40 cm)

Παρατηρείται στο χάρτη (Σχήμα 26) ότι υπάρχουν τρία τμήματα με τη χαμηλότερη συγκέντρωση οργανικής ουσίας τα οποία είναι το νοτιοανατολικό κομμάτι, το μέσο και δυτικό και βορειοανατολικό κομμάτι. Αντίθετα τα τμήματα που παρουσιάζουν αυξημένη συγκέντρωση οργανικής ουσίας, είναι το μέσο και δυτικό όπως και το νότιο κομμάτι του χάρτη. Στο βαθύτερο υπόστρωμα, στο χάρτη (Σχήμα 27) η συγκέντρωση οργανικής ουσίας στο βορειοδυτικό κομμάτι όπως και στο νότιο κομμάτι είναι αυξημένη σε σχέση με το μέσο και δυτικό κομμάτι.

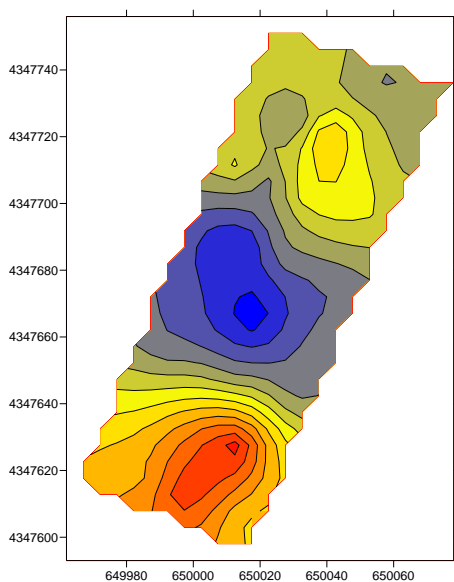


**Σχήμα 28.** Χάρτης μέτρησης  
ανθρακικό ασβέστιο εδάφους (0-15 cm)

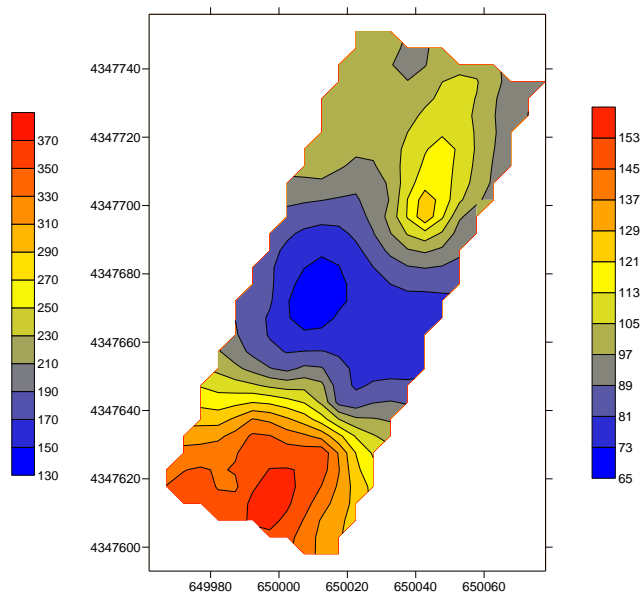


**Σχήμα 29.** Χάρτης μέτρησης  
ανθρακικό ασβέστιο εδάφους (15-40 cm)

Σύμφωνα με τον χάρτη (Σχήμα 28) παρατηρείται ότι στο νότιο και ανατολικό κομμάτι καθώς και στο βόρειο και ανατολικό η συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου είναι υψηλότερη σε αντίθεση με το βορειοανατολικό όπως και στο νοτιοδυτικό τμήμα του χάρτη όπου η συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου είναι χαμηλότερη.



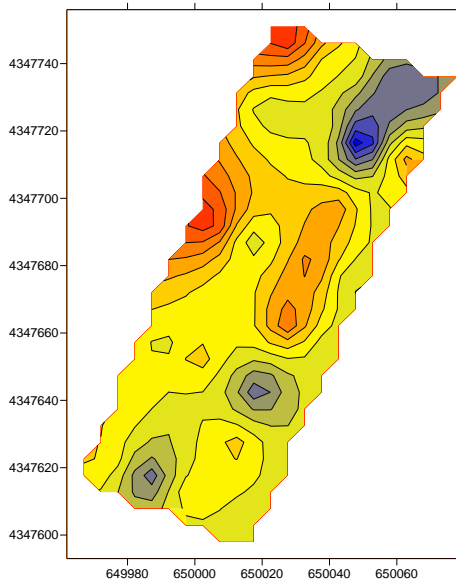
**Σχήμα 30.** Χάρτης μέτρησης  
ανταλλάξιμου καλίου εδάφους (0-15 cm)



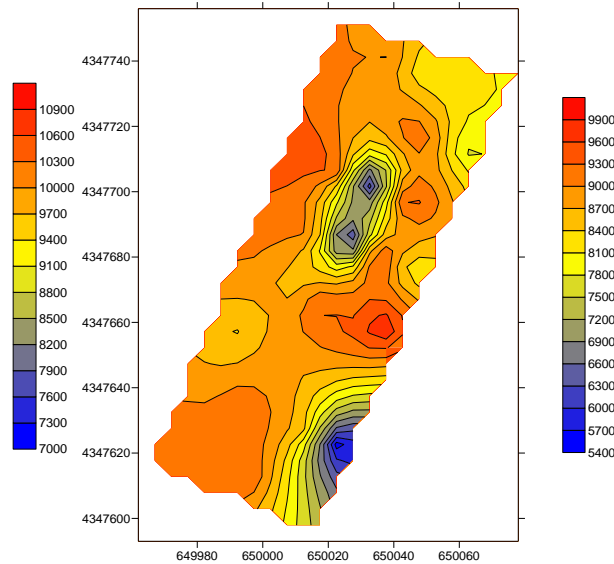
**Σχήμα 31** Χάρτης μέτρησης  
ανταλλάξιμου καλίου εδάφους (15-40 cm)



Εξετάζοντας τους χάρτες (Σχήμα 30 και 31) παρατηρούνται τρεις ζώνες συγκέντρωσης καλίου, αναλυτικότερα στο νότιο τμήμα παρουσιάζεται υψηλότερη συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου, στο μέσο τμήμα του αμπελώνα παρατηρείται χαμηλότερη συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου ενώ στο βόρειο κομμάτι παρουσιάζεται μια μέση συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου.

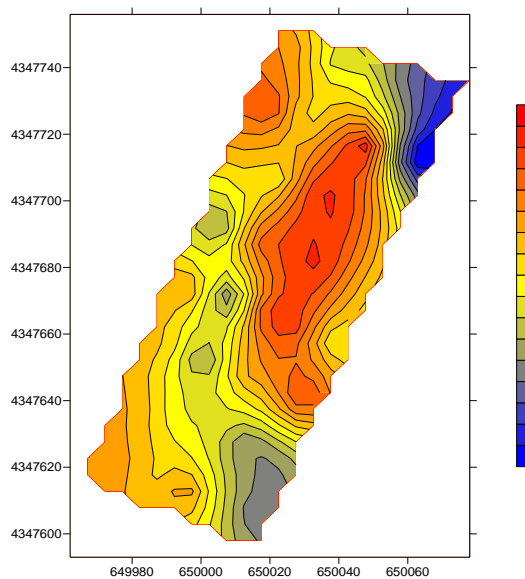


**Σχήμα 32.** Χάρτης μέτρησης ανταλλάξιμου Ca<sup>++</sup> εδάφους (0-15 cm)

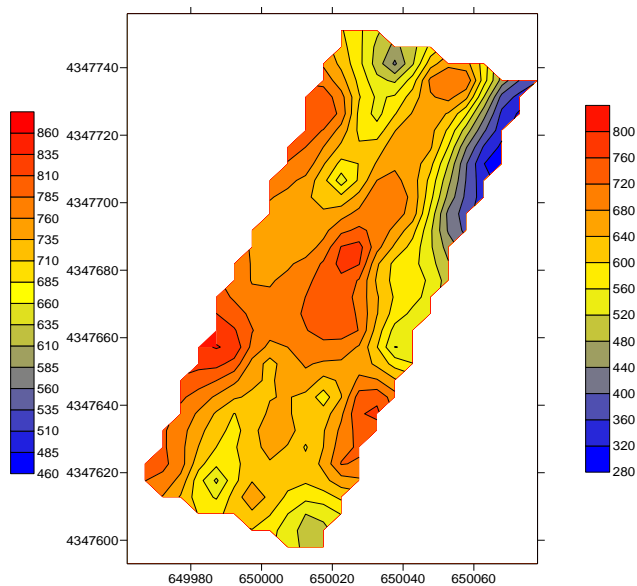


**Σχήμα 33.** Χάρτης μέτρησης ανταλλάξιμου Ca<sup>++</sup> εδάφους (15-40 cm)

Σύμφωνα με τον χάρτη (Σχήμα 32) παρατηρείται πως η συγκέντρωση ανταλλάξιμου Ca<sup>++</sup> ασβεστίου κυμαίνεται σε μεσαία επίπεδα, εκτός από δύο τμήματα, το βορειοανατολικό κομμάτι όπου η συγκέντρωση ανταλλάξιμου ασβεστίου είναι χαμηλότερη ενώ στο μέσο και βορειοδυτικό κομμάτι η συγκέντρωση ανταλλάξιμου ασβεστίου είναι υψηλότερη. Στο βαθύτερο υπόστρωμα (Σχήμα 33) παρατηρείται υψηλότερη συγκέντρωση ανταλλάξιμου ασβεστίου εκτός από δύο τμήματα του αμπελώνα στο μέσο, νοτιοανατολικό όπου η συγκέντρωση ανταλλάξιμου ασβεστίου κυμαίνεται σε χαμηλότερα επίπεδα.



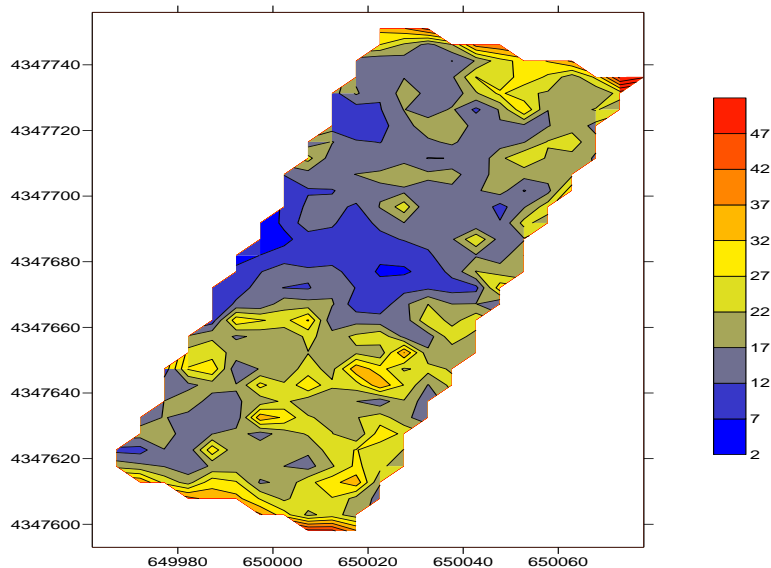
**Σχήμα 34.** Χάρτης μέτρησης ανταλλάξιμου Mg<sup>++</sup> εδάφους (0-15 cm)



**Σχήμα 35.** Χάρτης μέτρησης ανταλλάξιμου Mg<sup>++</sup> εδάφους (15-40 cm)

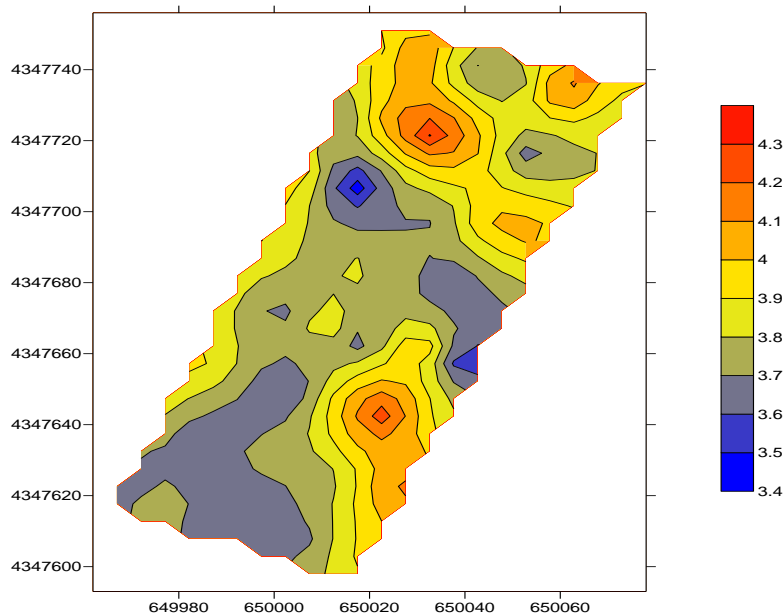
Παρατηρείται στο χάρτη μέτρησης ανταλλάξιμου μαγνησίου (Σχήμα 34), στο βορειοανατολικό κομμάτι και νοτιοανατολικό κομμάτι βρίσκεται σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τον υπόλοιπο αμπελώνα όπου επικρατούν υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης ανταλλάξιμου μαγνησίου. Εξετάζοντας τον χάρτη μέτρησης ανταλλάξιμου μαγνησίου του βαθύτερου υποστρώματος (Σχήμα 35), παρουσιάζεται χαμηλότερη συγκέντρωση μόνο σε ένα μικρό τμήμα του αμπελώνα, το βορειοανατολικό, ενώ στον υπόλοιπο αμπελώνα επικρατούν υψηλότερες συγκεντρώσεις ανταλλάξιμου μαγνησίου

## 4.5 Παραγωγή και ποιοτικά χαρακτηριστικά



Σχήμα 36. Χάρτης παραγωγής του αμπελώνα

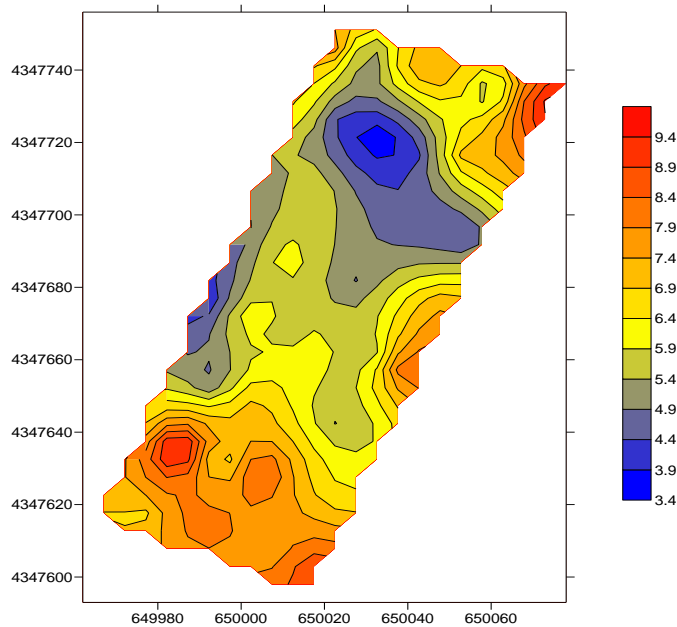
Η παραγωγή μετρήθηκε σε κάθε κελί του πλέγματος, χωριστά. Σύμφωνα με το χάρτη παραγωγής, υψηλότερη παραγωγή παρουσιάζεται στο κάτω τμήμα του αγρού ενώ στο ανώτερο τμήμα του αμπελώνα η παραγωγή εμφανίζεται ιδιαίτερα χαμηλή. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην αυξημένη εδαφική υγρασία στο νοτιότερο τμήμα του αγροτεμαχίου.



Σχήμα 37. Χάρτης μέτρησης pH του μούστου

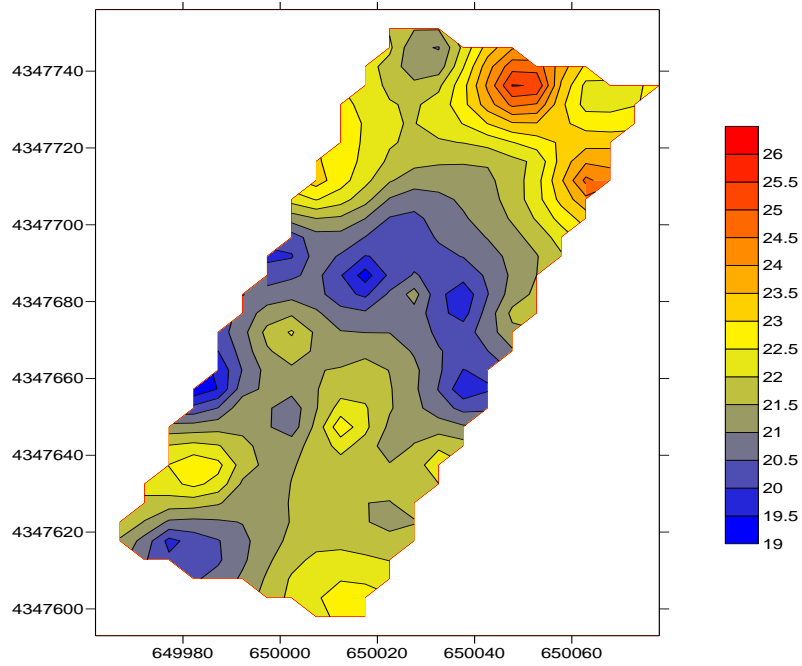
Από το χάρτη μέτρησης της οξύτητας του γλεύκους pH παρατηρείται, πως η συγκέντρωση

ιόντων υδρογόνου του χυμού του σταφυλιού είναι  $pH < 5$  (όξινο). Στο βόρειο και ανατολικό κομμάτι του αγρού καθώς και στο νοτιοανατολικό κομμάτι του, το  $pH$  είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το μέσο και νοτιοδυτικό κομμάτι του αγρού μας.



**Σχήμα 38.** Χάρτης μέτρησης ολικών οξέων του μούστου

Βλέπουμε στον χάρτη (Σχήμα 38), ότι στο νότιο τμήμα του αμπελώνα καθώς επίσης και στο βορειοανατολικό μέρος του αγρού έχουμε υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικών οξέων, αντίθετα στο μέσο και ανατολικότερο κομμάτι έχουμε χαμηλότερες συγκεντρώσεις ολικών οξέων κάτι αντίστοιχο παρατηρήθηκε στο χάρτη  $pH$  του μούστου (Σχήμα 37).



**Σχήμα 39.** Χάρτης μέτρησης σακχάρων του μούστου (Brix).

Στον παραπάνω χάρτη βλέπουμε, ότι στο βορειότερο και βορειοανατολικό κομμάτι του αγροτεμαχίου υπάρχει υψηλότερη συγκέντρωση σακχάρων, αυτό οφείλεται στην χαμηλότερη συγκέντρωση εδαφικής υγρασίας και στην μικρότερη παραγωγή.

## Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Η παραγωγή του αμπελώνα παρατηρούμε ότι εξαρτάται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά ως εξής:

Μικρές τιμές παραγωγής σημειώθηκαν στο κέντρο περίπου της περιοχής που μελετήθηκε, όπου και παρατηρούνται οι υψηλότερες κλίσεις του ανάγλυφου. Επίσης στις ίδιες περιοχές υπήρχαν πολύ χαμηλές τιμές φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, μέσες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας και τιμές ελαφρώς αλκαλικών εδαφών. Οι τιμές της οργανικής ουσίας του εδάφους στις συγκεκριμένες περιοχές είναι ιδιαίτερα χαμηλές πράγμα το οποίο σημαίνει ότι τα εδάφη είναι φτωχά και αλκαλικά. Οι τιμές του ανθρακικού ασβεστίου είναι οι κατάλληλες για την ανάπτυξη του αμπελώνα, αλλά σε συνδυασμό με την υψηλή τιμή της αγωγιμότητας δεν βοηθούν στην παραγωγή. Επιπλέον οι τιμές του ανταλλάξιμου καλίου είναι χαμηλές οπότε είναι λογικό η παραγωγή να είναι μειωμένη, παρά το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις τόσο του ανταλλάξιμου ασβεστίου όσο και ανταλλάξιμου μαγνησίου είναι ικανοποιητικές. Συμπεραίνεται πως το έδαφος του πειραματικού αμπελώνα είναι αμμοαργιλοπηλώδες βάση της κατάταξης USDA.

Υψηλές τιμές παραγωγής σημειώθηκαν στο νοτιοανατολικό και βορειοδυτικό μέρος του αγροτεμάχου, όπου και παρατηρούνται όχι ιδιαίτερα μεγάλες κλίσεις του ανάγλυφου. Στις περιοχές αυτές βρέθηκαν επίσης, μέσες τιμές φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, μέσες και υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας και τιμές ελαφρώς αλκαλικών εδαφών. Ακόμη οι τιμές οργανικής ουσίας του εδάφους κυμαίνονται σε ικανοποιητικά επίπεδα, πράγμα το οποίο μας είχε προϊδεάσει η κλίση του εδάφους. Οι τιμές του ανθρακικού ασβεστίου είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα και σε συνδυασμό με την συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου, μας δίνει τις υψηλές τιμές παραγωγής παρά το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις τόσο του ανταλλάξιμου ασβεστίου όσο και του ανταλλάξιμου μαγνησίου κυμαίνονται σε μεσαία επίπεδα.

Μεσαίες τιμές παραγωγής παρουσιάστηκαν στο μέσο και βόρειο περίπου κομμάτι του αμπελώνα, όπου οι κλίσεις του ανάγλυφου είναι οι μικρότερες. Οι τιμές της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας που παρατηρήθηκαν στις περιοχές αυτές

κυμαίνονται σε μεσαία επίπεδα με τα εδάφη να είναι ελαφρώς αλκαλικά. Στις περιοχές αυτές οι τιμές της οργανικής ουσίας είναι ιδιαίτερα υψηλές, ενώ οι τιμές του ανθρακικού ασβεστίου ιδιαίτερα χαμηλές. Οι τιμές του ανταλλάξιμου καλίου είναι ικανοποιητικές, καθώς επίσης και του ανταλλάξιμου ασβεστίου, ενώ το ανταλλάξιμο μαγνήσιο είναι επαρκές.

Οι τιμές του pH του γλεύκους επηρεάζονται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά ως εξής:

Οι υψηλότερες τιμές του pH του γλεύκους παρατηρήθηκαν στο βόρειο και ανατολικό και στο μέσο και ανατολικό περίπου τμήμα του αμπελώνα, όπου η παραγωγή σε αυτές τις περιοχές είναι υψηλή. Παρά το γεγονός ότι στις συγκεκριμένες περιοχές οι τιμές της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ηλεκτρικής αγωγιμότητας, η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου και η συγκέντρωση οργανικής ουσίας του εδάφους δεν φαίνεται να τις επηρεάζουν. Στις περιοχές αυτές παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές συγκέντρωσης ανθρακικού ασβεστίου, καθώς επίσης από μέσες έως και υψηλές συγκεντρώσεις ανταλλάξιμου καλίου. Επίσης παρατηρήθηκαν ιδιαίτερα χαμηλές συγκεντρώσεις τόσο του ανταλλάξιμου ασβεστίου όσο και του ανταλλάξιμου μαγνησίου.

Το γλεύκος είναι πιο όξινο στο νότιο-δυτικό και στο μέσο περίπου της περιοχής μελέτης, όπου η παραγωγή είναι χαμηλή. Οι τιμές της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ηλεκτρική αγωγιμότητα, το pH καθώς επίσης και η συγκέντρωση οργανικής ουσίας του εδάφους δεν φαίνεται να επηρεάζουν. Επιπλέον παρατηρήθηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου, ενώ το ανταλλάξιμο κάλιο δεν φαίνεται να επηρεάζει ιδιαίτερα. Στα τμήματα αυτά του αμπελώνα βρέθηκαν μέσες συγκεντρώσεις τόσο του ανταλλάξιμου ασβεστίου όσο και του ανταλλάξιμου μαγνησίου.

Οι τιμές των ολικών οξέων του γλεύκους επηρεάζονται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά ως εξής:

Το γλεύκος παρουσιάζει λιγότερα ολικά οξέα στο κέντρο περίπου και ελαφρώς στα βόρεια του αμπελώνα, όπου το ανάγλυφο διαγράφει τις μεγαλύτερες κλίσεις και ιδιαίτερα χαμηλή παραγωγή. Η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα και η ηλεκτρική αγωγιμότητα παρουσιάζει μεσαίες και ιδιαίτερα χαμηλές τιμές, ενώ απ' ότι

διαφαίνεται το pH του εδάφους δεν επηρεάζει τα ολικά οξέα του γλεύκους. Στις περιοχές αυτές η συγκέντρωση οργανικής ουσίας κυμαίνεται από τις χαμηλότερες τιμές έως και τις υψηλότερες χωρίς να μας βοηθά να βγάλουμε ένα συμπέρασμα. Επιπλέον, η συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου βρέθηκε να έχει ιδιαίτερα χαμηλές τιμές, με το ανταλλάξιμο κάλιο να κυμαίνεται από τις χαμηλότερες τιμές έως και μεσαίες. Στις συγκεντρώσεις τόσο του ανταλλάξιμου ασβεστίου όσο και του ανταλλάξιμου μαγνησίου μας δείχνουν ότι βρίσκονται στις υψηλότερες συγκεντρώσεις.

Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ολικών οξέων του γλεύκους βρέθηκαν στο νότιο και ανατολικό και βορειοανατολικό τμήμα του αγροτεμαχίου, με την παραγωγή να είναι μεγαλύτερη και το ανάγλυφο να έχει ηπιότερες κλίσεις σε σχέση με τον υπόλοιπο αμπελώνα. Επιπροσθέτως, η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα έχει ιδιαίτερα υψηλές τιμές ενώ η ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH του εδάφους παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα. Η συγκέντρωση της οργανικής ουσίας στα τμήματα αυτά είναι χαμηλές, με τη συγκέντρωση του ανθρακικού ασβεστίου να κυμαίνεται από τις χαμηλότερες τιμές έως και τις μεγαλύτερες. Στα τμήματα αυτά του αμπελώνα η συγκέντρωση του ανταλλάξιμου καλίου είναι ιδιαίτερα υψηλή και την συγκέντρωση του ανταλλάξιμου ασβεστίου και του ανταλλάξιμου μαγνησίου να βρίσκεται σε επάρκεια.

Οι τιμές σακχάρων του γλεύκους (Brix) επηρεάζεται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά ως εξής:

Οι χαμηλότερες τιμές σακχάρων του γλεύκους βρέθηκαν στο κέντρο περίπου και στο νοτιοδυτικό κομμάτι της περιοχής που μελετήθηκε όπου το pH του γλεύκους είναι ιδιαίτερα χαμηλό και οι κλίσεις του ανάγλυφου ιδιαίτερα μεγάλες. Η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα ενώ η ηλεκτρική αγωγιμότητα βρέθηκε να έχει αρκετά χαμηλές τιμές. Το pH του εδάφους δεν φαίνεται να επηρεάζει την συγκέντρωση σακχάρων του γλεύκους αφού είναι ελαφρώς αλκαλικό σχεδόν σε όλο το αγροτεμάχιο, ενώ αντίθετα η συγκέντρωση οργανικής ουσίας φαίνεται να τη επηρεάζει αφού είναι ιδιαίτερα χαμηλή, κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο αφού όπως προαναφέραμε στα συγκεκριμένα τμήματα ήταν πτωχά. Στις περιοχές αυτές η συγκέντρωση ανθρακικού ασβεστίου είναι ιδιαίτερα χαμηλή και η συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου επίσης χαμηλή, παρά το γεγονός ότι η



συγκέντρωση ανταλλάξιμου ασβεστίου και ανταλλάξιμου μαγνησίου είναι σε επάρκεια.

Οι μεγαλύτερες τιμές σακχάρων του γλεύκους (Brix) σημειώθηκαν στο νοτιοανατολικό και βόρειο τμήμα του αγρού με τις μέγιστες να παρατηρούνται στο βορειοδυτικό τμήμα, όπου και το pH του γλεύκους να είναι επίσης υψηλό και η παραγωγή να είναι χαμηλή και σε κάποια σημεία μέση. Το ανάγλυφο να μην εμφανίζει έντονες κλίσεις, με την φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα, την ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH του εδάφους να μην επηρεάζει άμεσα τις τιμές συγκέντρωσης σακχάρων του γλεύκους. Επιπροσθέτως στα τμήματα αυτά του αγροτεμαχίου εμφανίστηκαν υψηλές συγκεντρώσεις οργανικής ουσίας, κάτι που μας εξηγεί την θετική επίδραση της οργανικής ουσίας στην συγκέντρωση σακχάρων των ράγων της αμπέλου. Επιπλέον στις περιοχές αυτές βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου, ενώ το ανταλλάξιμο κάλιο να κυμαίνεται από μέσες έως και υψηλές συγκεντρώσεις κάτι που μας δείχνει ότι από τις μέσες τιμές το ανταλλάξιμο κάλιο βρίσκεται σε επάρκεια. Οι συγκεντρώσεις του ανταλλάξιμου ασβεστίου και του ανταλλάξιμου μαγνησίου δεν βοηθούν να βγάλουμε συμπέρασμα για την επίδρασή τους στην συγκέντρωση σακχάρων.

Κατά την στατιστική ανάλυση παρουσιάστηκε επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της αμπέλου από τα εξής εδαφολογικά χαρακτηριστικά :

- **Στην παραγωγή :**

1. Ανθρακικού Ασβεστίου
2. Κάλιο
3. Μαγνήσιο
4. Οργανική Ουσία
5. Φαινόμενη Ηλεκτρική Αγωγιμότητα
6. Άμμος
7. Ανάγλυφο

- **Στα Σάκχαρα του γλεύκους:**

1. Άργιλος
2. Άμμος
3. Ανθρακικό Ασβέστιο
4. Ιλύς

- **Στο pH του γλεύκους**

1. pH

- **Στα Ολικά οξέα του γλεύκους**

1. Ανάγλυφο
2. Μαγνήσιο
3. Ανθρακικό Ασβέστιο

Παραπάνω βλέπουμε ότι για την επίτευξη καλύτερων ποιοτικών χαρακτηριστικών της αμπέλου χρειάζεται πλούσια εδάφη τα οποία στραγγίζουν ικανοποιητικά αλλά ωστόσο αυτή η εργασία αποτελεί την βάση για την συνέχιση του πειράματος που καλό θα ήταν να επεκταθεί σε μετρήσεις εδαφικής υγρασίας, μέτρηση χλωροφύλλης, συγκέντρωση Βορίου, συγκέντρωση Σιδήρου, αλλά και κλιματολογικών συνθηκών.

Ολοκληρώνοντας, καταλήγουμε στο συμπεράσματα για την έμμεση επίδραση του ανάγλυφου, για την θετική επίδραση της οργανικής ουσίας, του ανταλλάξιμου καλίου και του ανθρακικού ασβεστίου στην παραγωγή και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της αμπέλου, καθώς επίσης και την αρνητική συσχέτιση παραγωγής – ποιοτικών χαρακτηριστικών.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**Descriptive Statistics**

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	C.V.	Variance	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
CaCO3%_0_15	48	24,2	14,3	38,5	27,395	5,5128	20,1233	30,391	-,110	,374	-,247	,733
OO%_0_15	48	1,4	1,5	2,9	2,035	,3424	16,8232	,117	,404	,374	-,052	,733
K+mg/Kg_0_15	48	250	133	383	240,15	59,168	24,6381	3500,900	,562	,374	-,120	,733
Mg++ mg/Kg_0_15	48	401	458	859	709,00	100,975	14,2419	10195,949	-,519	,374	-,433	,733
Ca mg/Kg_0_15	48	4239	6679	10918	9196,23	826,637	8,9889	683328,435	-,384	,374	1,675	,733
CaCO3%_15_40	48	22	18	40	27,81	5,584	20,0815	31,177	,280	,374	-,316	,733
OO%_15_40	48	1,2	1,0	2,2	1,550	,3097	19,9789	,096	,284	,374	-,607	,733
K+mg/Kg_15_40	48	98	63	161	104,28	25,621	24,5711	656,461	,654	,374	-,631	,733
Mg++	48	495	333	828	633,10	124,849	19,7203	15587,374	-,693	,374	-,068	,733
Ca mg/Kg_15_40	48	4488	5508	9996	8610,53	1011,295	11,7449	1022717,384	-,908	,374	3,773	,733
ph 0-15	48	1,18	6,29	7,47	7,2335	,18075	2,4987	,033	-,378	,374	19,278	,733
ph 15-40	48	,40	7,08	7,48	7,3420	,09081	1,2369	,008	-,946	,374	1,173	,733
ecay 0-15 µS/cm	48	190,4	218,0	408,4	295,475	46,8824	15,8668	2197,960	,705	,374	,013	,733
ecay 15-40 µS/cm	48	180,8	170,2	351,0	260,130	33,7206	12,9630	1137,080	,141	,374	,951	,733
Eca	48	64,63101604	20,54545455	85,17647059	52,0916936610	16,23664992454	31,1694	263,629	,086	,374	-,677	,733
ton_ha	48	16,164	7,187	23,351	16,79775	3,769097	22,4381	14,206	-,341	,374	-,282	,733
BRIX	48	7,4	19,0	26,4	21,605	1,3939	6,4519	1,943	,977	,374	2,876	,733
rasin PH	48	1,0	3,4	4,3	3,816	,2228	5,8397	,050	,570	,374	-,203	,733
T_ACID	48	7,050	3,450	10,500	6,34125	1,592526	25,1138	2,536	,527	,374	,040	,733
elevation	48	18,30563	94,97625	113,28188	104,8760093	5,87262064	5,5996	34,488	-,243	,374	-1,318	,733
CLAY_0_15	48	12,42111	36,43556	48,85667	44,1073884	2,97100097	6,7358	8,827	-,478	,374	-,202	,733
CLAY_15_40	48	16,98181	35,78375	52,76556	43,8779816	3,77488574	8,6031	14,250	-,107	,374	,280	,733
SAND_0_15	48	15,01000	26,36125	41,37125	32,7101964	3,86130183	11,8046	14,910	,197	,374	-,549	,733
SAND_1_40	48	20,39347	18,43778	38,83125	28,0474926	4,40701066	15,7127	19,422	,295	,374	-,068	,733
SILT_0_15	48	8,2650	18,9438	27,2088	23,182415	2,0850872	8,9943	4,348	-,361	,374	-,495	,733
Valid N (listwise)	48											



## Βιβλιογραφία

“Αφιέρωμα Αμπελουργία” (1998). *Γεωργία- Κτηνοτροφία*, Τεύχος 10, 121-151.

Blackmore, B.S., Marshall, C. J. (1996). Yield Mapping: Errors and Algorithms. In Robert, P.C., Rust, R.H and Larson, W.E. (Eds.), *Proceedings of the third international conference on precision agriculture*. Minneapolis, MN. June 23-26, 1996. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

Bongiovanni, R. and Lowenbergdeboer, J. (2004). Precision Agriculture and Sustainability. *Precision Agriculture*, 5, 359–387.

Carlson, J. S. Jacobson, G. A. Nielsen, and E. O. Skogley. (1991). Farming soils, not fields: A strategy for increasing fertilizer profitability. *Journal of Productive Agriculture*, 4, 57-61.

Dudka, M., Langton, S., Shuler, R., Kurle, J. and Grau, C.R. (1998). Use of Digital Imagery to Evaluate Disease Incidence and Yield Loss Caused by Sclerotinia Stem Rot of Soybeans. *Proceedings of the 1998 International Precision Agriculture Conference*, (pp. 1549-1558). Minnesota: St. Paul.

Κούσουλας, Κ. Ι. (2002). *Το ημερολόγιο του Αμπελουργού*. Αθήνα: Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία.

Longley, P.A., Goodchild, M. F., Maguire, D., Rhind, D. (ed.) (2005). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications* (Abridged Edition). New Jersey: John Wiley and Sons.

McNeill, J.D. (1980). Electromagnetic terrain conductivity measurement at low induction numbers. *Tech. Note TN-6*.

Μήτσιος, Ι. Κ. (2003). *Γονιμότητα εδαφών- Θρεπτικά στοιχεία φυτών και βαρέα μέταλλα- Μέθοδοι και εφαρμογές*. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Μπούρμπος, Β. Α και Σκουντριδάκης, Μ. Θ. (1996). “Μυκητολογικές ασθένειες: η οικολογική τους αντιμετώπιση”. *Βιολογική Αμπελουργία*, Αύγουστος 1996, 48-55.

National Research Council (1997). *Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management*. Washington D.C.: National Academy Press, 1-15.

Nelson, D. W. and Sommers, L. E. (1982). “Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter”. Στο Page, A. L. (ed.), *Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and Microbiological properties*, (pp. 539-579). Madison: American Society of Agronomy.

Nelson, R. E. (1982). “Carbonate and Gypsum”. Στο Page, A. L. (ed.), *Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and Microbiological properties*, (pp. 181-197). Madison: American Society of Agronomy.

Kitchen, N. R., Sudduth, K. A., Myers, D. B., Drummond, 411 S. T. and Hong, S. Y., 2005. *Delineating productivity zones on claypan soil fields apparent soil electrical conductivity. Computers and Electronics in Agriculture* 46, 285-308

Παναγόπουλος, Χ. Γ. (1997). *Ασθένειες καρποφόρων δέντρων και αμπέλου*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλης.

Srinivasan, A. (2006). *Handbook of precision agriculture: Principles and Application* Binghamton: Food Products Press.

Σταύρακας, Δ. Ε. (1997). *Μαθήματα Γενικής Αμπελουργίας*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Συλλαίος, Ν. (2000). *Εισαγωγή στην τηλεπισκόπηση και στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη.

Φλωράς, Σ. (2004). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*. Βόλος: Πανεπιστημιακές παραδόσεις.

Φωτίου, Α. και Πικριδάς, Χ. (2003). *Το δορυφορικό σύστημα GPS*. Θεσσαλονίκη: Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ.

### **Βιβλιογραφία από το Διαδίκτυο**

1. <Handbook of precision agriculture: principles and applications>, Eden & Maskell (1928) και Linsley & Bauer (1929), <http://books.google.gr>
2. <Johnson - University of Pennsylvania>, Johnson, et al. (1983), <http://www.sas.upenn.edu>
3. <Geonics Limited>2006, <http://www.geonics.com/>
- 4.< Moran et al., Polarized Broad Emission Lines>, 1996, <http://www.iopscience.iop.org>
5. <Fairchild Tropical Botanic Garden - Wikipedia, the free encyclopedia>, Fairchild, 1988, <http://en.wikipedia.org>
6. <Η καλλιέργεια της επιτραπέζιας σουλτανίνας>. <http://nefeli.lib.teicrete.gr>
7. <Συγκριτική, ανατομική και μορφολογική μελέτη των οργάνων της αμπέλου>. <http://dSPACE.aua.gr>
8. <Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αγροτικών Συστημάτων>. <http://agropsepeaek.web.auth.gr>
9. <Πρακτικές συμβουλές για την λίπανση>. <http://www.easreth.gr>

10. <Τηλεπισκόπηση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών>. <http://airlab.teikoz.gr>
11. <Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση και στα Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών>.: <http://airlab.teikoz.gr>
12. <Νέα στρατηγική αγροτικής ανάπτυξης>. <http://www.kbatzeli.gr>
13. <Γεωργία Ακριβείας ,υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές>. <http://users.auth.gr>
14. <Γεωργία Ακριβείας ως εργαλείο γεωργικής πρακτικής για την αειφόρο ανάπτυξη>. <http://www.srcosmos.gr>
15. <Ψηφιακή Γεωργία Ακριβείας>. <http://www.innopole.gr>
16. <Γεωργία Ακριβείας>. <http://precisionfarming.gr>
17. <Jackson et al. 1994 - CO2 alters water use, carbon gain, and yield , <http://www.biolog.com>
18. <Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας των συγκεντρώσεων φωσφόρου,PH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας>. <http://www.agr.uth.gr>
19. <Παραγωγή οиноποιήσιμων και επιτραπέζιων σταφυλιών ποιότητας>. <http://www.moa.gov.cy>
20. <Χρήσιμες οδηγίες για την φυτοπροστασία του αμπελιού>. <http://coctailsfromnature.blogspot.com>
21. <The leader in soil sensing technologies>. <http://www.veristech.com>
22. <Καλλιέργεια αμπελώνα>. <http://blog.vinestowine.com>
23. <Αμπελώνας, φύτευση , κατάρτιση και θεραπεία αμπελώνων>. <http://web1.msue.msu.edu>
24. <Εδαφος Ηλεκτρική Αγωγιμότητα Μεταβλητότητα>. <http://www.bae.uky.edu>
- 25.<Ηλεκτρική Αγωγιμότητα <http://ecorestoration.montana.edu>
26. <Αμπελουργία>. <http://www.winepros.org>
27. <Εδαφική ηλεκτρική αγωγιμότητα-αισθητήρες>. <http://ohioline.osu.edu>
28. < Η Τηλεπισκόπηση και η Γεωπληροφορική στον Τομέα της Γεωργίας>. <http://www.seos-project.eu>
29. <Ελληνικές Ποικιλίες>. <http://portal.kathimerini.gr>



30. <Εχθροί και Ασθένειες του αμπελιού>. <http://sitianews.blogspot.com>
31. <Αμπέλι>. <http://www.agripedia.gr>
32. <Sequential extraction of nine trace elements from sludge-amended soils, spósito et al 78, <http://www.springerlink.com>
33. <Αμπέλι>. <http://el.wikipedia.org>
34. <Κλάδεμα αμπελιού>. <http://www.kalliergo.gr>
35. <Αμπέλι>. <http://ampelaki.blogspot.com>
36. <Ιστορία αμπελιού>. <http://gym-asopias.voi.sch.gr>
37. <Αμπέλια>. <http://www.visitilia.gr>
38. <Φυτοπαθολογία Αμπελιού>. <http://www.lib.teiher.gr>
39. <Ιστορία αμπελιού>. <http://www.rotise.gr>
40. <Η καταγωγή της αμπέλου>. <http://www.vipwinegallery.gr>
41. <Κλίμα και Αμπέλι>. <http://www.newwinesofgreece.com>
42. <Μια ανασκόπηση στην τηλεπισκόπηση και στους δείκτες βλάστησης> . <http://www.topografoi.com>
43. <Μορφολογία και Φυσιολογία αμπέλου>. <https://education.teiath.gr>
44. <Αμπελοοινικές Δημιουργίες><http://www.zarariswines.gr>
45. <Παραδοσιακές ποικιλίες σταφυλιών>. <http://www.comoutos.gr>
46. <Sustainable Agriculture> Pansu et al, 2006, [http://www. books.google.gr](http://www.books.google.gr)
47. <Τηλεπισκόπηση>. <http://el.wikipedia.org>
48. <Βασική λίπανση αμπελιού>.: <http://www.tovoion.com>
49. < Ωίδιο >. Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο: <http://www.anthokipos.com>
50. < Ποικιλίες >. <http://www.pikilies.blogspot.com>
51. <Εφαρμογες και προοπτική γεωργίας ακριβείας στην ελλαδα >(Gemtos et al 2002)<http://www.precisionfarming.gr>

52. < Salinity Management in Agriculture> Corwin and Lesch 2005,  
[www.swhydro.arizona.edu](http://www.swhydro.arizona.edu)
53. <Sensor Fusion for Precision Agriculture>,Sudduth et al 1997, [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)
54. <Soil Phosphorus and Potassium Mapping Using a Spatial > Wollenhaupt et al.,  
1997 ,[www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)
55. <Hydrogen Fluoride and Other Soluble Inorganic Fluorides> Lund et al., 1999  
[www.tceq.state.tx.us](http://www.tceq.state.tx.us)
- 56.< Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment  
(Monographs on Soil Resources Survey)>, Burrough, 1986. <http://www.amazon.com>
57. < Manoj Srinivasan> , <http://www.princeton.edu>
58. < Neotropical Kitchen Gardens as a Potential Research Landscape for  
Conservation Biologists>, [http:// www.jstor.org](http://www.jstor.org)
59. <Agricultural, Food, and Resource Economics>,Jaynes et al 1993,  
<http://aec.msu.edu>
60. < DAN B. JAYNES - ARS - USDA.gov>, Jaynes et al 1995, [http:// www.ars.usd](http://www.ars.usd)