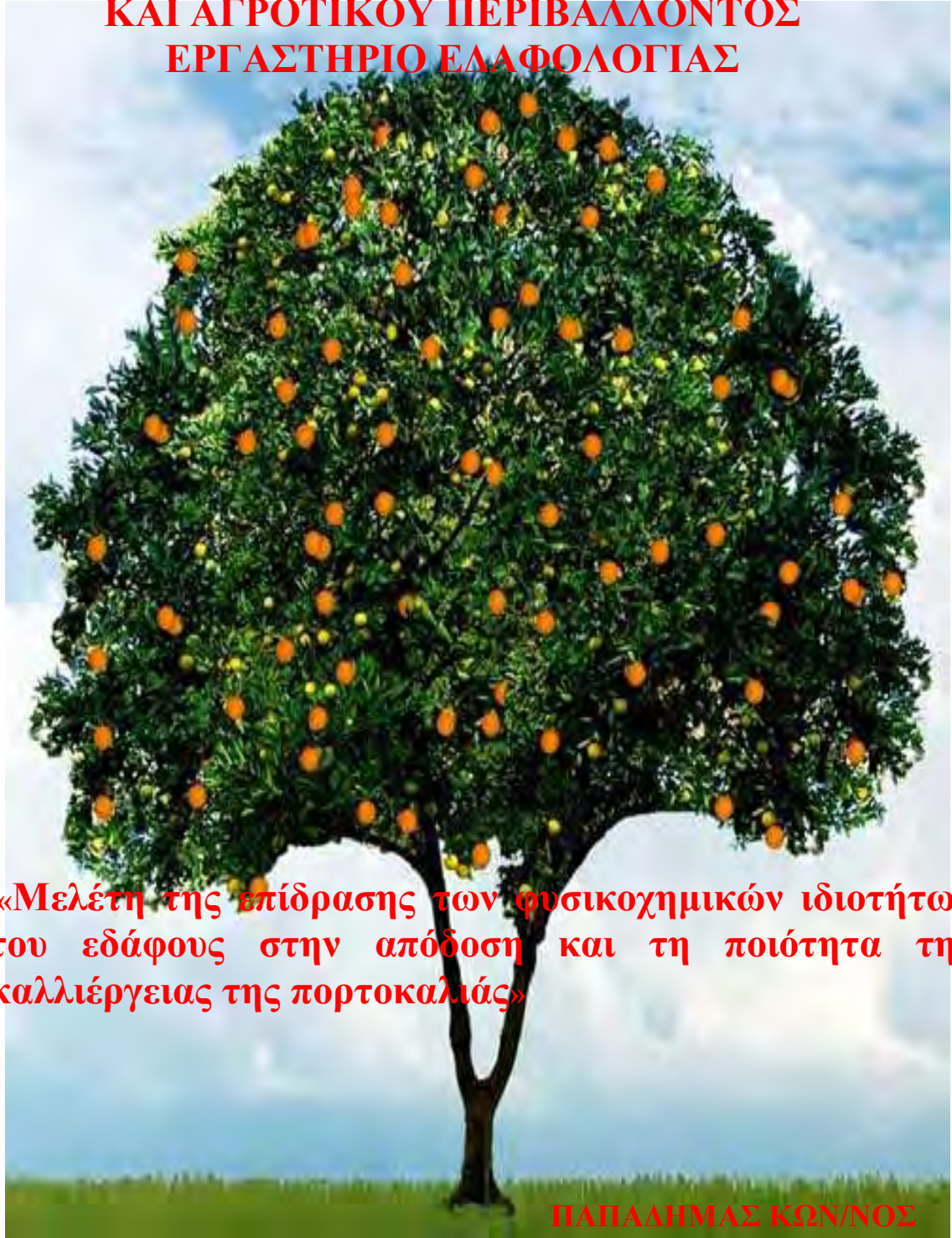


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ**



**«Μελέτη της επίδρασης των φυσικοχημικών ιδιοτήτων  
του εδάφους στην απόδοση και τη ποιότητα της  
καλλιέργειας της πορτοκαλιάς»**

**ΠΑΠΑΔΗΜΑΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2011**

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

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ : ΠΑΠΑΔΗΜΑΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ**

**«Μελέτη της επίδρασης των φυσικοχημικών ιδιοτήτων  
στην απόδοση και τη ποιότητα της καλλιέργειας της  
πορτοκαλιάς»**

**Η τριμελής επιτροπή αποτελείται από τους :**

Δημήρκου Ανθούλα, Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,  
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Νάνος Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Αντωνιάδης Βασίλειος, Λέκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου Ανθούλα Δημήρκου, Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και διευθύντρια του Εργαστηρίου Εδαφολογίας για την πολύτιμη βοήθεια και αμέριστη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική στη συγγραφή και επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας προπτυχιακής διατριβής.

Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή μου Γεώργιο Νάνο, Αναπληρωτή Καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής για την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια με τη διδασκαλία και εκπαίδευση στην Γενική και Ειδική Δενδροκομία, καθώς επίσης και για τη παραχώρηση του εργαστηρίου του, ώστε να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αναλύσεις της παρούσας πτυχιακής.

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά τον Λέκτορα Βασίλειο Αντωνιάδη, μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής, που μου συμπαραστάθηκε και ήταν δίπλα μου σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και ο οποίος με τις χρήσιμες συμβουλές του, μου παρείχε πολύτιμη βοήθεια.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Δρ. Ευαγγελία Γκόλια, που μου συμπαραστάθηκε και ήταν δίπλα μου σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου και με τις χρήσιμες συμβουλές, μου παρείχε πολύτιμη βοήθεια.

Τέλος ευχαριστώ το μεταπτυχιακό φοιτητή Χρήστο Ηλιόπουλο και τη ν υποψήφια διδάκτωρ Κατερίνα Μόλλα για τη πολύτιμη βοήθεια και αμέριστη συμπαράσταση κατά την πραγματοποίηση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η μελέτη της επίδρασης των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους στη ποιότητα και απόδοση της πορτοκαλιάς.

Για το σκοπό αυτό συλλέχθηκαν δείγματα εδάφους, φύλλων και καρπών πορτοκαλιάς από μια έκταση 60 στρεμμάτων οπωρώνων πορτοκαλιάς.

Στα δείγματα του εδάφους προσδιορίστηκαν οι φυσικοχημικές ιδιότητες, στα φύλλα η περιεκτικότητά τους σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο και στους καρπούς τα διαλυτά στερεά συστατικά, η οξύτητα του καρπού, το πάχος του φλοιού των καρπών και το βάρος των καρπών.

Από τις συσχετίσεις των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους, της περιεκτικότητας των φύλλων σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και την απόδοση των καρπών προέκυψαν τα κάτωθι:

- 1) Τα διαλυτά στερεά συστατικά, ο μέσος όρος βάρους καρπού και ο μέσος όρος πάχους του φλοιού της πορτοκαλιάς δεν συσχετίζονται με το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την οργανική ουσία και το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους.
- 2) Η οξύτητα της πορτοκαλιάς δεν συσχετίζεται με το pH, το μέσο όρο βάρους του καρπού και το μέσο όρο πάχους του φλοιού της πορτοκαλιάς, ενώ τείνει να συσχετιστεί θετικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους.
- 3) Το άζωτο των φύλλων έχει καλύτερη συσχέτιση με το άζωτο του εδάφους στο βάθος 0-30 cm σε σχέση με το άζωτο του εδάφους στα βάθη 30-60 cm και 60-90 cm.
- 4) Ο φώσφορος των φύλλων δεν συσχετίζεται με το φώσφορο του εδάφους σε κανένα από τα τρία βάθη.
- 5) Το κάλιο των φύλλων συσχετίζεται θετικά με το κάλιο του εδάφους και στα τρία βάθη.
- 6) Το άζωτο των φύλλων και του εδάφους έχει αρνητική συσχέτιση με τα διαλυτά στερεά συστατικά και την οξύτητα του καρπού, ενώ ο φώσφορος και το κάλιο έχουν θετική.
- 7) Το άζωτο των φύλλων δεν συσχετίζεται με το μέσο όρο βάρους καρπού, ενώ ο φώσφορος και το κάλιο συσχετίζονται αρνητικά.

- 8) Το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο του εδάφους και των φύλλων δεν συσχετίζονται με το μέσο όρο πάχους φλοιού της πορτοκαλιάς.
- 9) Το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο του εδάφους δεν συσχετίζεται με το μέσο όρο του βάρους του καρπού της πορτοκαλιάς.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

### **1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ- ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

1.1 Καταγωγή- εξάπλωση εσπεριδοειδών	Σελ.	7
1.2 Σημαντικότητα των εσπεριδοειδών στον κόσμο		7
1.2.1 Σημαντικότητα των εσπεριδοειδών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε. Ε.)		12
1.2.2 Σημαντικότητα των εσπεριδοειδών στις παραμεσόγειες χώρες		13
1.2.3 Υφιστάμενη κατάσταση της καλλιέργειας εσπεριδοειδών στην Ελλάδα.		18
1.3. Ταξινόμηση των Εσπεριδοειδών- Βοτανικά χαρακτηριστικά		22
1.4 Χαρακτηριστικά ανθέων καρπών		23
1.5 Κλίμα		26
1.6 Έδαφος		29
1.7 Νερό		30
1.8 Λίπανση		31
1.9 Ποιότητα καρπού		34
1.10 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των καρπών των εσπεριδοειδών		35
1.12 Καλλιεργητικές τεχνικές		41
1.13 Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί		46
1.14 Σκοπός της διατριβής		46

### **2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ- Δειγματοληψία και εργαστηριακές αναλύσεις**

Δειγματοληψία		47
Προσδιορισμός του pH		49
Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας E.C. (Electrical Conductivity)		50
Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας		51
Προσδιορισμός του ολικού CaCO <sub>3</sub> στο έδαφος		54
Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης του εδάφους		56
Προσδιορισμός του φωσφόρου σε διάλυμα – μέθοδος Olsen		59

Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος	63
Μέθοδος προσδιορισμού ολικού αζώτου (KJELDAHL)	67
Φυλλοδιαγνωστική	70
Μετρήσεις χαρακτηριστικών των καρπών	71
<b>3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	72
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	147

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## Εισαγωγή

### 1.1 Καταγωγή- εξάπλωση εσπεριδοειδών

Τα εσπεριδοειδή απαντώνται ως ιθαγενή φυτά στην Ν. Α. Ασία και ιδιαίτερα στο Ν. Βιετνάμ και Ν. Κίνα. Η καλλιέργεια ήταν γνωστή στις παραπάνω περιοχές από το 2.400 π.Χ. Σύμφωνα με την άποψη ορισμένων ερευνητών, τα εσπεριδοειδή καλλιεργούνταν από αρχαιοτάτων χρόνων στην περιοχή της Ν. Αραβίας ενώ σπόροι του *Citrus medica*, που βρέθηκαν στα ερείπια της Μεσοποταμίας χρονολογούνται ότι ανήκουν στην 4<sup>η</sup> χιλιετηρίδα π.Χ.

Στην Ευρώπη τα εσπεριδοειδή μεταφέρθηκαν από τους Πορτογάλους τον 16<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα. Το 1542 ο Κολόμβος μετέφερε σπόρους πορτοκαλιάς και λεμονιάς στη Β. Αμερική, ενώ στη Ν. Αμερική τους καρπούς των εσπεριδοειδών μετέφεραν μετέπειτα Ισπανοί ναυτικοί.

Τα εσπεριδοειδή είναι καρποί παγκοσμίου ενδιαφέροντος διότι καλλιεργούνται σε περισσότερες από 100 χώρες (Αλγερία, Μαρόκο, Τυνησία, Ισραήλ, Ιταλία, Ισπανία, Ελλάδα, Αυστραλία, Ιαπωνία, Αμερική, Βραζιλία, Μεξικό κ.λ.π.) και σε όλες τις Ηπείρους. Τα εσπεριδοειδή καλλιεργούνται στην τροπική και υποτροπική ζώνη όπου υπάρχουν κατάλληλες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Οι περιοχές στις οποίες παράγονται τα περισσότερα ποιοτικά εσπεριδοειδή περιορίζονται μεταξύ των περιοχών με γεωγραφικό πλάτος 20° έως 40° του Βορείου και Νοτίου ημισφαιρίου.

### 1.2 Σημαντικότητα των εσπεριδοειδών στον κόσμο

Η καλλιεργούμενη έκταση με εσπεριδοειδή σε όλο τον κόσμο υπολογίζεται ότι είναι περίπου 20 εκατομμύρια στρέμματα και η παγκόσμια παραγωγή ανέρχεται περίπου σε 63 εκατομμύρια τόννους. Η παραγωγή των πορτοκαλιών αποτελεί το 71% του συνόλου των εσπεριδοειδών, των



μανταρινιών το 13%, των λεμονιών το 9% και των γκρέιπφρουτ το 7%, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Μέχρι πρόσφατα οι Η.Π.Α. ήταν η πρώτη χώρα παραγωγής εσπεριδοειδών στον κόσμο, όμως τα τελευταία χρόνια η Βραζιλία την έχει ξεπεράσει. Οι δύο αυτές χώρες μαζί παράγουν περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής. Και στις δύο χώρες που προαναφέρθηκαν μεγάλες ποσότητες

εσπεριδοειδών μεταποιούνται (52% για την Βραζιλία και 66% για τις Η.Π.Α., αντίστοιχα). Επίσης αυτές οι δύο χώρες παράγουν το 75% των μεταποιημένων προϊόντων σε παγκόσμια κλίμακα.



Το 33% της παγκόσμιας παραγωγής μεταποιείται σε συμπυκνωμένο χυμό που διατηρείται σε κατάψυξη. Άλλες χώρες που παράγουν πολύ μεγάλες ποσότητες εσπεριδοειδών είναι η Ιαπωνία, το Μεξικό, η Αίγυπτος, η Αργεντινή, η Ισπανία, το Μαρόκο, το Ισραήλ, η Κούβα και η Ν. Αφρική.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των νωπών εσπεριδοειδών καταναλίσκεται στο Β. ημισφαίριο, και ιδιαίτερα στη Β. Ευρώπη, και προέρχεται από χώρες της Μεσογείου (Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα, Κύπρος, Ισραήλ και Μαρόκο).

Άλλες χώρες που εξάγουν μεγάλες ποσότητες, πέραν των παραμεσόγειων που ήδη αναφέρθηκαν, είναι οι Η.Π.Α, η Κούβα, η Ν. Αφρική, η Αργεντινή και μερικές άλλες.

Τα πορτοκάλια, όπως προαναφέρθηκε, αντιπροσωπεύουν το 71% της παγκόσμιας παραγωγής εσπεριδοειδών (44,5 εκατομμύρια τόνοι). Οι χώρες που παράγουν πολύ μεγάλες ποσότητες πορτοκαλιών είναι οι Η.Π.Α. και η Βραζιλία (περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής συνολικά).

Στη λεκάνη της Μεσογείου οι χώρες που παράγουν πολλά πορτοκάλια είναι η Ισπανία και η Ιταλία (2 και 2,4 εκατομμύρια τόνοι, αντίστοιχα). Η παραγωγή της

Ισπανίας στηρίζεται σε ομφαλοφόρες ποικιλίες, ενώ της Ιταλίας σε παλαιές ποικιλίες μικρότερης εμπορικότητας, για εσωτερική κυρίως κατανάλωση. Στην Ελλάδα η παραγωγή στηρίζεται σε μία κύρια ποικιλία, τη Μέρλιν, η οποία είναι ακατάλληλη για χυμοποίηση και συνήθως υπάρχει πρόβλημα υπερπροσφοράς την περίοδο των Χριστουγέννων.

Η Κίνα παράγει μεγάλες ποσότητες πορτοκαλιών και μανταρινιών, αυτές όμως καταναλίσκονται στις ντόπιες αγορές. Παρομοίως, στο Μεξικό και την Αίγυπτο οι παραγόμενες ποσότητες πορτοκαλιών καταναλίσκονται ως νωπά φρούτα στις τοπικές αγορές.

Η παγκόσμια παραγωγή μανταρινιών, παρά την μείωση που υπέστη στην Ιαπωνία, αυξήθηκε την τελευταία εικοσαετία από 6 σε 7 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Η αύξηση αυτή οφείλεται κατά 50% σε επέκταση της καλλιέργειας άσπερμων ποικιλιών εξαιρετικής ποιότητας στην παραμεσόγειο ζώνη.

**Πίνακας 1:** Παραγωγή πορτοκαλιών, μανταρινιών, λεμονιών, γκρέιτφρουτ και συνολική παραγωγή εσπεριδοειδών σε παγκόσμια κλίμακα (τιμές σε .000 τόννους για το έτος 2001).

<b>ΧΩΡΑ</b>	<b>ΠΟΡΤΟ- ΚΑΛΙΑ</b>	<b>ΜΑΝΤΑΡΙ- ΝΑΙ</b>	<b>ΛΕΜΟΝΙΑ</b>	<b>ΓΚΡΕΠΠ ΦΡΟΥΤ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΣΠΕΡΙΔΟ- ΕΙΔΩΝ</b>
Η.Π.Α.	7.367	363	907	2.239	14.860
Βραζιλία	14.908	600	283	66	18.472
Μεξικό	1.480	131	1.547	211	5.906
Αργεντινή	700	260	1.180	191	2.706
Αυστραλία	494	-	34	12	604
Αφρική	515	-	612	445	10.607
Κούβα	410	30	15	170	546
Ιαπωνία	341	2.542			1.894
Κίνα	2.028	260	283	275	9.633
Ισπανία	2.023	1.167	961	29	1.894
Ιταλία	2.424	550	536	4	3.126
Αίγυπτος	1.235	117	301	°	2.504
Ισραήλ	1.042	132	16	317	656
Ελλάδα	838	68	145	8	1.196
Τουρκία	706	300	500	140	2.273
Μαρόκο	650	311	6	1	983
Κύπρος	172		21	35	125



Η παγκόσμια παραγωγή λεμονιών αυξήθηκε τα τελευταία 10 χρόνια και έφθασε περίπου τα 6 εκατομμύρια τόνους. Οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Ιταλία και η Ισπανία είναι οι χώρες που παράγουν μεγάλες ποσότητες. Στις Η.Π.Α. το 60% των παραγόμενων λεμονιών χυμοποιείται. Στην Ισπανία το ποσοστό αυτό περιορίζεται μόνο στο 10%, ενώ το υπόλοιπο μέρος της παραγωγής λεμονιών καταναλίσκεται ως νωπό προϊόν.

Το Μεξικό είναι η χώρα που παράγει τις περισσότερες λιμέτιες (limes), περίπου 0,6 εκατομμύρια τόνους, οι οποίες καταναλίσκονται κυρίως ως νωπές.

Η παγκόσμια παραγωγή γκρέιπφρουτ ανέρχεται σε 3,8 εκατομμύρια τόνους. Στις Η.Π.Α. παράγεται το 60% της παγκόσμιας παραγωγής (2,3 εκατομμύρια τόνοι), εκ των οποίων το 50% προορίζεται για μεταποίηση. Άλλες χώρες που παράγουν σημαντικές ποσότητες είναι το Ισραήλ, η Κούβα, η Κύπρος και η Νότια Αφρική.

### 1.2.1 Σημαντικότητα των εσπεριδοειδών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε. Ε.)

Η Ισπανία εξάγει τις μεγαλύτερες ποσότητες νωπών εσπεριδοειδών από κάθε άλλη χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Παράλληλα, θεωρείται αξιόλογη εξαγωγική χώρα νωπών εσπεριδοειδών και σε παγκόσμια κλίμακα. Άλλες νότιες χώρες της Ε. Ε. που είναι επίσης σημαντικοί παραγωγοί και εξαγωγείς είναι η Ελλάδα και η Ιταλία. Σημαντικές ποσότητες εσπεριδοειδών επανεξάγονται από μη παραγωγούς χώρες, όπως είναι η Ολλανδία. Η μεταποίηση των εσπεριδοειδών γίνεται κυρίως στις Βόρειες χώρες της Ε. Ε, οι οποίες εξάγουν αρκετές ποσότητες αλλά και εισάγουν μεγάλες ποσότητες μεταποιημένων εσπεριδοειδών (κυρίως χυμούς).

Στον Πίνακα 2 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εξαγωγές εσπεριδοειδών την Ευρωπαϊκή Ένωση εκπεφρασμένες ως ποσοστό επί τοις εκατό του συνόλου των αγροτικών προϊόντων.

**Πίνακας 2.** Εξαγωγές εσπεριδοειδών στην Ευρωπαϊκή Ένωση ως ποσοστό επί τοις εκατό του συνόλου των αγροτικών προϊόντων.

<b>ΧΩΡΑ</b>	<b>ΠΟΣΟΣΤΟ % ΤΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΣΤΙΣ ΕΞΑΓΩΓΕΣ</b>
Ελλάδα	<b>4,9</b>
Ιταλία	<b>2,8</b>
Ισπανία	<b>28,8</b>
Πορτογαλία	<b>0,1</b>
Ολλανδία	<b>2,2</b>
Δανία	<b>0,17</b>
Γερμανία	<b>1,02</b>

Ιρλανδία	<b>0,20</b>
Βέλγιο- Λουξεμβούργο	<b>1,83</b>
Μεγάλη Βρετανία	<b>0,60</b>
Γαλλία	<b>0,26</b>

Πηγή: Βασιλακακης, 1996

### 1.2.2 Σημαντικότητα των εσπεριδοειδών στις παραμεσόγειες χώρες.

Η εξέλιξη της παραγωγής εσπεριδοειδών στις παραμεσόγειες χώρες παρουσιάζεται στον Πίνακα 3. Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτόν, τα πορτοκάλια κατέχουν την πρώτη θέση και τα γκρέιπφρουτ την τελευταία.

Από τις ποσότητες των εσπεριδοειδών που παράγονται ένα μέρος καταναλίσκεται στις ίδιες τις χώρες παραγωγής ή προωθείται για χυμοποίηση, ενώ ένα αρκετά μεγάλο μέρος της παραγωγής εξάγεται στις χώρες της Βόρειας και Ανατολικής Ευρώπης.

**Πίνακας 3.** Παραγωγή εσπεριδοειδών (σε .000 τόνους) στις παραμεσόγειες χώρες την περίοδο 1985-1989.

<b>ΠΡΟΪΟΝ</b>	<b>1985-86</b>	<b>86-87</b>	<b>87-88</b>	<b>88-89</b>
Πορτοκάλια	8.485,4	9.118,8	8.386,2	9.122,6
Μανταρινοειδή	2.576,3	2.777,4	2.526,1	2.713,9
Λεμόνια	1.808,4	2.093,0	2.069,9	2.259,1
Γκρέιπφρουτ	511,4	564,6	493,1	555,1
Σύνολο	13.381,5	14.553,8	13.475,3	14.659,9

Πηγή: Βασιλακάκης-Θερίως, 1996

Η Ισπανία κατέχει την πρώτη θέση στην παραγωγή πορτοκαλιών με δεύτερη την Ιταλία και κατόπιν την Αίγυπτο (Πίνακας 4).

**Πίνακας 4.** Παραγωγή πορτοκαλιών Παραμεσογείων Χωρών (σε χιλιάδες τόνους).

ΧΩΡΑ	1996/97	1995/96	1994/95	1993/94	1992/93	1991/92	1990/91
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	1910	1890,1	1890,1	1800	1261	1146,4	1600,4
ΑΛΓΕΡΙΑ	140	140	140	140	140	140	140
ΓΑΖΑ	73	73	143	143	143	143	143
ΓΑΛΛΙΑ							
ΕΛΛΑΔΑ	995	900	1030	870	1061	780	819,1
ΙΣΠΑΝΙΑ	2248	2512	2759,2	2674	3002,1	2748,1	2575,8
ΙΣΡΑΗΛ	367,2	439,5	364,7	348,6	376,5	509,8	586,2
ΙΤΑΛΙΑ	2180,8	2199	1710	2050	2218	2004	1880
ΚΥΠΡΟΣ	133,2	132	127,6	125	1281	118,5	117,1
ΜΑΡΟΚΟ	766,3	960,4	659,8	937	831	785,6	1097
ΤΟΥΡΚΙΑ	840	790	970,3	825,1	775	770	811
ΤΥΝΗΣΙΑ	<b>140,6</b>	161,7	136,2	147	106	133,6	170,7

Πηγή: CLAM

Στην παραγωγή λεμονιών η Ιταλία συμμετέχει με ποσοστό 31,31% ακολουθούμενη από την Ισπανία με 27,79%, έπεται η Αίγυπτος με 15,07%, η Τουρκία με 14,87%, η Ελλάδα με 6,42% κ.λ.π. (Πίνακας 5).

Στην παραγωγή των μανταρινοειδών, πρώτη έρχεται η Ισπανία με ποσοστό 46%, ακολουθεί η Ιταλία με 14,5%, έπεται η Τουρκία με 11,0%, η Αίγυπτος με 10,3%, το Μαρόκο με 10,1%, το Ισραήλ με 3,24%.

Η Ελλάδα συμμετέχει με 2,34% (Πίνακας 6).

Στην παραγωγή γκρέιφρουτ, πρώτη χώρα έρχεται το Ισραήλ με 60,31%, ακολουθεί η Κύπρος με 16,02%, η Τουρκία με 9,84%. Η Ελλάδα συμμετέχει μόνο με 1,42% (Πίνακας 7).

**Πίνακας 5.** Παραγωγή λεμονιών Παραμεσογείων Χωρών (σε χιλιάδες τόνους).

ΧΩΡΑ	1996/97	1995/96	1994/95	1993/94	1992/93	1991/92	1990/91
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	544,5	221	221	211	275,1	250,1	687,8
ΑΛΓΕΡΙΑ							
ΓΑΖΑ	4,9	4,9	10	10	10	10	12
ΓΑΛΛΙΑ							
ΕΛΛΑΔΑ	160	148	140	135	168,5	107	169,3
ΙΣΠΑΝΙΑ	641	499,3	622,8	662	737	588,6	696
ΙΣΡΑΗΛ	16,9	20	25,6	22,4	18,4	35,7	34
ΙΤΑΛΙΑ	713,9	699	565	744	785	860	642
ΚΥΠΡΟΣ	41,6	35	41,7	40	42	56	50
ΜΑΡΟΚΟ	20	0,2	15	10	1,1	12	20
ΤΟΥΡΚΙΑ	385	390	469,7	250	270	290	325
ΤΥΝΗΣΙΑ	11	15,1	12,5	18	17	17,7	14,4
ΣΥΝΟΛΟ	2538,8	2032,5	2123,3	2102,4	2324,1	2227,1	2650,5

Πηγή: CLAM



Πίνακας 6. Παραγωγή μανταρινοειδων Παραμεσογείων Χωρών (σε χιλιάδες τόνους).

ΧΩΡΑ	1996/97	1995/96	1994/95	1993/94	1992/93	1991/92	1990/91
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	360	358	358	341			
ΑΛΓΕΡΙΑ	111	111	111	111	111	111	111
ΓΑΖΑ							
ΓΑΛΛΙΑ	21	24	20,7	39	33	31	20
ΕΛΛΑΔΑ	100	85	80	73	78	70	74
ΙΣΠΑΝΙΑ	1509	1683,9	1749,3	1626,4	1521	1342,4	1583,3
ΙΣΡΑΗΛ	111,6	122,2	129,8	95	115,6	107,1	96,1
ΙΤΑΛΙΑ	504,9	528	468	539	515	523	494
ΚΥΠΡΟΣ	20	14	10,8	12	11	9,3	9,2
ΜΑΡΟΚΟ	403,2	438,2	316	337	316	285	327,6
ΤΟΥΡΚΙΑ	490	510	430,1	390	345	365	326
ΤΥΝΗΣΙΑ	43,6	38,4	39,6	45	51	28,4	41,2
ΣΥΝΟΛΟ	3674,3	3912,7	3713,3	3608,4	3096,6	2872,2	3082,4

Πηγή: CLAM

**Πίνακας 7.** Παραγωγή γκρειπφρουτ Παραμεσογείων Χωρών (σε χιλιάδες τόνους).

ΧΩΡΑ	1996/97	1995/96	1994/95	1993/94	1992/93	1991/92	1990/91
ΑΙΓΥΠΤΟΣ		3	3	3	84	76,4	76,4
ΑΛΓΕΡΙΑ							
ΓΑΖΑ	6	6	11	11	11	11	11
ΓΑΛΛΙΑ							
ΕΛΛΑΔΑ	9,5	8,5	9	9,2	8		
ΙΣΠΑΝΙΑ	20	29	36,4	31,5	30	24,9	21
ΙΣΡΑΗΛ	406,6	385,3	400,3	341,4	383	332,4	383,3
ΙΤΑΛΙΑ				6	6	9	8
ΚΥΠΡΟΣ	93,1	78	100,9	101	120	102	104
ΜΑΡΟΚΟ			4			2	4
ΤΟΥΡΚΙΑ	80	80	58,2	53	59	57	43
ΤΥΝΗΣΙΑ							
ΣΥΝΟΛΟ	622,2	591,8	627,8	556,1	701	614,7	650,7

Πηγή: CLAM

### 1.2.3 Υφιστάμενη κατάσταση της καλλιέργειας εσπεριδοειδών στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα τα εσπεριδοειδή είναι καλλιέργεια μεγάλης οικονομικής αξίας και κατατάσσονται από πλευράς σπουδαιότητας για τη Δενδροκομία στη δεύτερη θέση, μετά την ελιά (Πίνακας 8).

**Πίνακας 8.** Παραγωγή εσπεριδοειδών, ελαίων, ροδάκινων και μήλων κατά τα έτη 1980-1994 στην Ελλάδα.

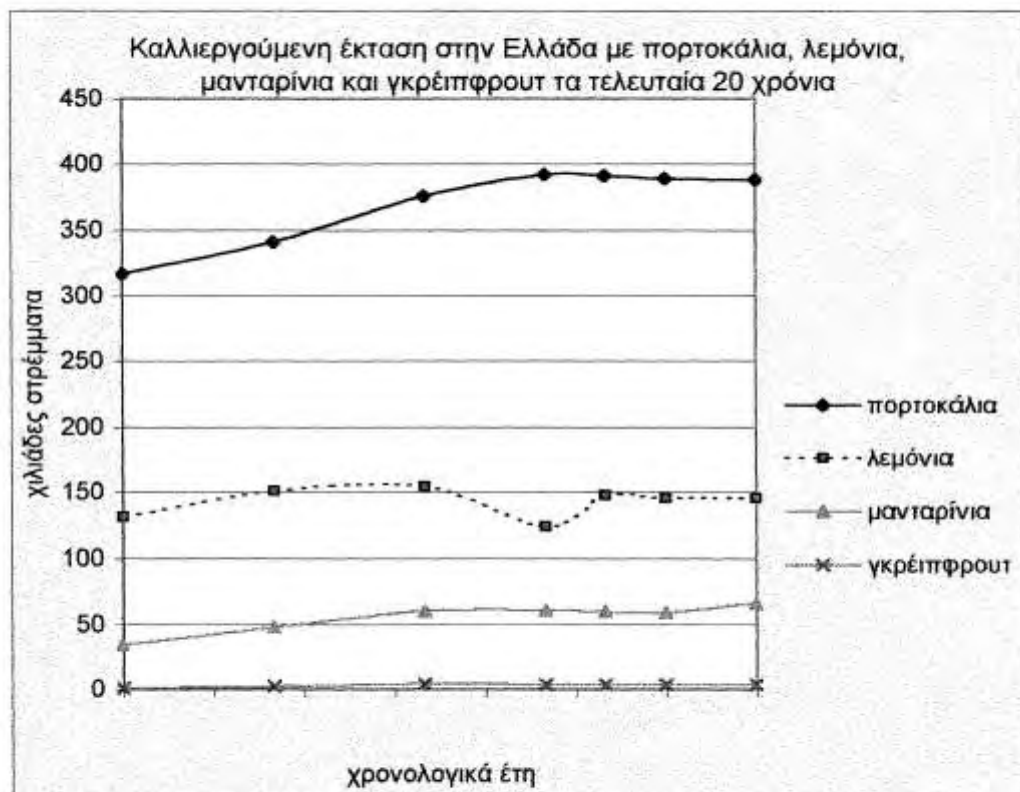
ΕΙΔΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΕ .000 ΤΟΝΝΟΥΣ		
	1980	1984	1994
Εσπεριδοειδή	888,9	993,0	1000,0
Ελιές	1.746,4	1.500,0	1500,0
Ροδάκινα	418,3	561,0	1050,0
Μήλα	282,0	305,0	350,0

Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας.

Η πορεία της καλλιεργούμενης έκτασης με εσπεριδοειδή στην Ελλάδα από το 1980 έως το 2001 παρουσιάζεται στο Σχεδιάγραμμα 1. Η πορεία της καλλιεργούμενης έκτασης χωριστά για τα πορτοκάλια, τα λεμόνια, τα μανταρίνια και τα γκρέιφρουτ παρουσιάζεται στο Σχεδιάγραμμα 2.



**Σχεδιάγραμμα 1.** Πορεία της καλλιεργούμενης έκτασης με εσπεριδοειδή στην Ελλάδα από το 1980 έως το 2001 σε χιλιάδες στρέμματα. (Πηγή στοιχείων: FAO)



**Σχεδιάγραμμα 2.** Πορεία της καλλιεργούμενης έκτασης πορτοκαλιών, λεμονιών, μανταρινιών και γκρέιπφρουτ στην Ελλάδα από το 1980 έως το 2001 σε χιλιάδες στρέμματα. (Πηγή στοιχείων: FAO)

Η Ελλάδα παράγει 1.000-1.100 τόννους εσπεριδοειδών που αντιπροσωπεύουν το 7,5% της ολικής παραγωγής της Μεσογείου και εξάγονται κάθε χρόνο 250-300 χιλιάδες τόννοι, που αντιστοιχεί σε ποσοστό ίσο με το 6,4% των εξαγομένων εσπεριδοειδών των χωρών της Μεσογείου. Άλλοι 150-200 χιλιάδες τόννοι χυμοποιούνται και η υπόλοιπη ποσότητα καταναλίσκεται στο εσωτερικό της χώρας ή αποσύρεται. Η καλλιέργεια των εσπεριδοειδών συναντάται σε 30 περίπου νομούς. Από άποψης γεωγραφικής κατανομής των, η καλλιέργεια αν και εξαπλώνεται από το νότιο μέρος της Κρήτης (35° παράλληλο) μέχρι την «οριακή» Ήπειρο (40° παράλληλο) και σποραδικά στη Χαλκιδική, στην ουσία όμως επικεντρώνεται στις παραλιακές ζώνες, όπου οι κλιματολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκότερες με αποτέλεσμα και οι αποδόσεις να είναι υψηλότερες και η ποιότητα των καρπών καλύτερη (Πίνακας 9).

**Πίνακας 9.** Νομοί της Ελλάδας που παράγουν μεγάλες ποσότητες εσπεριδοειδών (μέση παραγωγή της τετραετίας 1983-87 σε τόννους)

<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑ</b>	<b>ΛΕΜΟΝΙΑ</b>	<b>ΜΑΝΤΑΡΙΝΙΑ</b>	<b>ΛΟΙΠΑ ΕΣΠ/ΔΗ</b>
Αργολίδος	241,160	4.700	25.325	675
Άρτας	152.335	1.150	2.990	125
Λακωνίας	114.695	2.000	1.520	535
Χανίων	107.275	2.50	8.440	1.435
Κορινθίας	30.770	77.125	2.675	230 !
Αχαΐας	9.850	38.140	590	120
Ηλείας	16.195	5.980	570	285
Αιτωλ/νίας	16.565	4.070	1.010	125

Μεσσηνίας	8.495	4.700	580	375
-----------	-------	-------	-----	-----

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας  
Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος – Εργαστήριο Εδαφολογίας

<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑ</b>	<b>ΛΕΜΟΝΙΑ</b>	<b>ΜΑΝΤΑΡΙΝΙΑ</b>	<b>ΛΟΙΠΑ ΕΣΠ/ΔΗ</b>
Αττικής	860	10.910	1.350	80
Πρέβεζας	5.545	3.025	400	20
Κέρκυρας	6.390	2.225	285	-
Δωδεκανήσου	3.160	1.175	3.730	85
Χίου	3.500	500	4.000	-
Ηρακλείου	5.650	1.290	780	180
Αρκαδίας	3.540	1.575	795	-
Ευβοίας	3.910	1.320	350	-
Κυκλάδων	925	1.945	510	-
Σάμου	2.140	320	370	
Λευκάδας	385	805	20	
Ζακύνθου	480	920	30	-
Κεφαλληνίας	520	535	125	-
Φωκίδας	360	1.110	20	-
Λέσβου	870	70	70	-
Μαγνησίας	820	100	120	-
Χαλκιδικής	60	70	10	-
Λοιποί νομοί	970	550	760	-
<b>Σύνολο</b>	<b>739.750</b>	<b>169.150</b>	<b>58.470</b>	<b>4.280</b>

Πηγή: Βασιλακάκης-Θεριός 1996

### 1.3. Ταξινόμηση των Εσπεριδοειδών- Βοτανικά χαρακτηριστικά

Τα εσπεριδοειδή ανήκουν στην οικογένεια Rutaceae και στην υποοικογένεια Aurantioideae. Τα σπουδαιότερα γένη της οικογένειας αυτής είναι τα: *Citrus*, *Fortunella*, *Poncirus*, *Dictamnus*, *Casimoroa*, *Boronia*, *Barosma*, *Ruta*, *Xanthoxylum* και *Oroxa*. Εξαιτίας των χιλιάδων ετών που καλλιεργούνται, της ανά τον κόσμο εξάπλωσης, της ευκολίας υβριδισμού μεταξύ των και του μεγάλου αριθμού ποικιλιών η ταξινόμηση είναι δύσκολη.

Με την ταξινόμηση των εσπεριδοειδών (*Citrus*) ασχολήθηκαν κυρίως δύο επιστήμονες, ο Tanaka και ο Swingle. Από τα εσπεριδοειδή είναι γνωστά κυρίως τρία γένη, που ο Swingle του οποίου το σύστημα ταξινόμησης χρησιμοποιείται- τα ταξινομεί με βάση τη μορφολογία των φύλλων και τον αριθμό των καρπόφυλλων ως εξής:

α) Φύλλα σύνθετα, με τρία φυλλάρια, που πέφτουν την χειμερινή περίοδο. Εδώ ανήκει το γένος *Poncirus* με το σπουδαίο είδος *Poncirus trifoliata*. Ο καρπός του δεν τρώγεται, ενώ χρησιμοποιείται ως υποκείμενο και για παραγωγή νέων υποκειμένων με υβριδισμό.

β) Απλά φύλλα- αείφυλλα και ωοθήκη με 3-6 καρπόφυλλα, *Fortunella* (Kum-Quat): Στο γένος *Fortunella* περιλαμβάνονται πολλά είδη μεταξύ των οποίων τα σπουδαιότερα είναι τα είδη: *F. japonica*, *F. margarita*, *F. crassifolia* και *F. hindsii*. Χρησιμοποιούνται είτε ως καλλωπιστικοί θάμνοι είτε για τον καρπό τους που τρώγεται ολόκληρος. Ο καρπός χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική καθώς και για την παραγωγή ηδυποτών (κουμ-κουάτ).

γ) Απλά φύλλα - αείφυλλα και ωοθήκη με 8 και περισσότερα καρπόφυλλα (*Citrus*). Στο γένος *Citrus* ανήκουν τα πιο σπουδαία είδη και αυτά είναι (Πίνακας 10):



**Πίνακας 10.** Τα σπουδαιότερα είδη του γένους *Citrus*

<b>Κοινό όνομα</b>	<b>Επιστημονικό όνομα</b>
Πορτοκαλιά	<i>C. sinensis</i>
Μανταρινιά	<i>C. reticulate</i>
Γκρέιπφρουτ (Βοτρυόκαρπος)	<i>C. paradise</i>
Φράπα	<i>C. grandis</i>
Λεμονιά	<i>C. limon</i>
Λιμεττιά	<i>C. aurantifolia</i>
Κιτριά	<i>C. medica</i>
Νεραντζιά	<i>C. aurantium</i>
Καλαμοντίν	<i>C. mitis</i>
Πορτοκάλι του Ichang	<i>C. ichangensis</i>

#### 1.4 Χαρακτηριστικά ανθέων καρπών.

Το άνθος των εσπεριδοειδών είναι υπόγυνο και φέρει 20-40 στήμονες ενωμένους στη βάση (κατά δέσμες) (Σχήμα 1). Τα σέπαλα είναι ενωμένα υπό μορφή δίσκου, τα πέταλα (4-5) είναι παχιά, λευκά (πορτοκαλιά) ή λευκοϊώδη (λεμονιά). Στη βάση της στεφάνης υπάρχει το νεκταριο όπου παράγεται το νέκταρ. Η ωθήκη είναι πολύχωρη και φέρει 8-14 καρπόφυλλα. Τα άνθη των εσπεριδοειδών είναι κατά κανόνα ερμαφρόδιτα, όταν όμως παρατηρείται έλλειψη Ζη τότε παράγονται ατελή άνθη (άρρενα).

Τα άνθη φέρονται μονήρη ή σε ταξιανθία κύματος, στην κορυφή των βλαστών του τελευταίου κύματος βλάστησης, ή του παρελθόντος έτους, ή στις μασχάλες των φύλλων της τρέχουσας βλάστησης. Αυτά διαφοροποιούνται περίπου ένα μήνα πριν εκπτυχθούν.

Τα δέντρα ανθίζουν μια εποχή, την Άνοιξη (πορτοκαλιά, γκρέιπφρουτ), ή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ανάλογα με τα κύματα βλάστησης (λεμονιά, κιτριά, λιμεττιά). Είδη, όπως η λεμονιά, η λιμεττιά



και η κιτριά έχουν την τάση να ανθίζουν συνεχώς, αν το περιβάλλον το επιτρέπει. Σε περιοχές που ο Χειμώνας είναι ψυχρός (εύκρατη ζώνη) τα περισσότερα άνθη σχηματίζονται την άνοιξη και όσο περισσότερα άνθη σχηματισθούν την άνοιξη τόσο λιγότερα θα είναι εκείνα που θα σχηματιστούν τις άλλες εποχές. Σε περιοχές που οι εποχές εναλλάσσονται, με βάση τις βροχές ή την ξηρασία (τροπικές περιοχές), η άνθηση έπεται της βροχερής περιόδου, αφού η νέα βλάστηση δημιουργείται μετά την περίοδο των βροχών.

Στα εσπεριδοειδή σπανίως παρατηρείται ασυμβίβαστο. Περιπτώσεις αυτοασυμβίβαστου έχουν αναφερθεί σε μερικές ποικιλίες μανταρινιάς και σε υβρίδια. Η σταυροεπικονίαση γενικώς δεν είναι απαραίτητη προκειμένου πραγματοποιηθεί ικανοποιητική καρπόδεση. Η παρουσία πολλών ποικιλιών στον ίδιο οπωρώνα αυξάνει την καρπόδεση, αυτό όμως συχνά αποβαίνει σε βάρος της εμπορικότητας των καρπών, εξαιτίας είτε του μικρού μεγέθους των καρπών, είτε του μεγάλου αριθμού σπερμάτων / καρπό.

Ο καρπός των εσπεριδοειδών είναι ράγα-εσπερίδιον (Σχήμα 2). Αποτελείται από το φλοιό και τη σάρκα. Το έγχρωμο τμήμα του φλοιού

(flavento) περιέχει χλωροφύλλη ή καροτενοειδή και ξανθοφύλλες όταν είναι ώριμος, βιταμίνη C, νερό, πηκτίνες, οξέα, φλαδόνες, αιθέρια έλαια και πολλές άλλες ενώσεις. Το λευκό τμήμα του φλοιού (albedo) αποτελείται βασικά από κυτταρίνες, ημικυτταρίνες και πηκτίνες. Οι ιστοί του είναι χαλαρά συνδεδεμένοι και όταν αποφλοιώνεται ο καρπός μέρος αυτού παραμένει στο εδώδιμο τμήμα.

Στο εξωτερικό τμήμα του φλοιού υπάρχει η επιδερμίδα, η οποία με την εφυμενίδα προστατεύει τον καρπό από απώλεια νερού και από την είσοδο μικροοργανισμών. Η εφυμενίδα είναι εμποτισμένη με κηρούς που αποτελείται κυρίως από εστέρες (66%), αλκάνια, αλκύνια και λίγη αλκοόλη, όπως συμβαίνει και σε πολλά άλλα φρούτα καθώς και στα φύλλα.



Η επιδερμίδα εξασθενεί κατά την ωρίμανση των καρπών επειδή τα νέα κύτταρα που παράγονται περιέχουν λιγότερους κηρούς. Όταν ο καρπός είναι σε σπαργή ή όταν αναπτύσσεται σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, τότε η επιδερμίδα και ο φλοιός περιέχουν πολύ νερό και στο φλοιό σχηματίζονται ρωγμές από τις οποίες μπορούν να εισέλθουν μικροοργανισμοί.

Το ενδοκάρπιο (εδώδιμο τμήμα) των εσπεριδοειδών του γένους *Citrus* αποτελείται από 8-15 φέτες (καρπόφυλλα). Η κάθε φέτα αποτελείται από μια μεμβράνη, που περιβάλλει τους χυμοφόρους ασκούς και τα σπέρματα, αν η ποικιλία είναι σπερμοφόρος. Ο αριθμός των σπερμάτων ποικίλει, ανάλογα με το είδος και την ποικιλία και από το αν ο καρπός είναι παρθενοκαρπικός ή σπερμοφόρος. Μεγάλος αριθμός σπερμάτων επιδιώκεται όταν ο καρπός πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για πολλαπλασιασμό καθώς και όταν θα πάει στη βιομηχανία, ενώ για νωπή χρήση προτιμώνται οι άσπερμοι καρποί. Σε κάθε σπέρμα βρίσκονται ένα ή περισσότερα έμβρυα (πολυεμβρυονία) και αυτό εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία (Σχήμα 3).

Οι χυμοφόροι ασκοί περιέχουν τον χυμό και τον ελευθερώνουν εύκολα όταν ο καρπός ωριμάσει. Ο χυμός ανάλογα με το είδος του εσπεριδοειδούς ττεριέχει λίγα έως πολλά οξέα (μανταρίνι 0,5-1,2%, λεμόνι 6-9%) και πολύ βιταμίνη C. Εκτός από τα βασικά συστατικά, όπως νερό, οξέα, σάκχαρα, κυτταρίνες και πηκτίνες που περιέχουν όλα τα φρούτα, τα εσπεριδοειδή περιέχουν επιπλέον μερικές ειδικές ουσίες όπως αιθέρια έλαια, φλαβονοειδή, ασκορβικό οξύ και ουσίες με πικρή γεύση

## 1.5 Κλίμα

Το κλίμα είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για την επιλογή της τοποθεσίας, που θα εγκατασταθεί μια εσπεριδοφυτεία. Το κλίμα είναι εκείνο που καθορίζει την ύπαρξη της εσπεριδοφυτείας και την ποιότητα των εσπεριδοκάρπων, ενώ το έδαφος και το νερό καθορίζουν την παραγωγικότητα της εσπεριδοφυτείας.

Οι θερμοκρασίες κάτω από 0°C θεωρούνται επικίνδυνες για τα εσπεριδοειδή, κυρίως, όταν διατηρούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα, γιατί προξενούν σοβαρές ζημιές στην παραγωγή και μερικές φορές και στα δένδρα. Ακόμα και οι ψηλές θερμοκρασίες, τουλάχιστον για μερικές ποικιλίες, μπορεί να αποβούν επιζήμιες για την παραγωγικότητα μιας φυτείας και ενδεχομένως για την καρποπαραγωγή, που φέρει. Οι άνεμοι μεγάλης ταχύτητας, καθώς και οι ψυχροί άνεμοι μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στα δένδρα, μείωση της βλαστήσεως, απώλεια καρπών και υποβάθμιση της ποιότητας αυτών.

Κατά την επιλογή της τοποθεσίας εγκαταστάσεως της φυτείας πρέπει να γνωρίζουμε, ότι η θερμοκρασία μιας γυμνής από δένδρα επιφάνειας είναι 2-4°C ψηλότερη από τη θερμοκρασία, που θα παρουσιάσει η ίδια επιφάνεια μετά τη δενδροφύτευσή της. λόγω περιορισμένης απομακρύνσεως των ψυχρών μαζών αέρος.

Η πορτοκαλιά είναι ανθεκτικότερη στις χαμηλές θερμοκρασίες από ό,τι τα άλλα εσπεριδοειδή, που καλλιεργούνται για τους καρπούς των, εκτός από την ομάδα ποικιλιών μανταρινιάς Satsuma, των kumquats και μερικών υβριδίων. Τα δένδρα της πορτοκαλιάς και ο ώριμος καρπός μπορούν να ανεχθούν βραχεία διαστήματα με θερμοκρασία -2°C. Πάντως θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτήν για μακρά χρονικά διαστήματα προκαλεί ζημιά. Τα πράσινα φρούτα παγώνουν σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Όταν το δένδρο βρίσκεται σε λήθαργο τον χειμώνα τότε μπορεί να αντέξει και σε θερμοκρασίες μέχρι -6°C. Σε περιοχές όπου οι παγετοί είναι συνήθεις πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας

(καταιωνισμός με νερό, θερμάστρες, ανεμομίκτες, ανεμοθραύστες ή και συνδυασμός). Επίσης, η χρήση των καταλλήλων υποκειμένων είναι απαραίτητη.

Κάτω από άριστες συνθήκες καλλιέργειας, η πορτοκαλιά γίνεται υψηλό δένδρο (7-10μ), αν δεν κλαδευτεί. Κάτω όμως από τις συνήθεις συνθήκες καλλιέργειας των εσπεριδοειδών σε όλο τον κόσμο οι άριστες συνθήκες σπάνια απαντώνται.

Το χρονικό διάστημα μεταξύ άνθησης και ωρίμανσης των πορτοκαλιών επηρεάζεται σημαντικά από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, οι καρποί της ποικιλίας νάϊεποΐα ωριμάζουν σε 17 μήνες όταν η μέση θερμοκρασία είναι 17 °C, ενώ σε 8,5 μήνες όταν η θερμοκρασία είναι 25 °C.

Τα πορτοκάλια που παράγονται σε σχετικά ψυχρό κλίμα είναι περισσότερο όξινα και με υψηλότερη περιεκτικότητα στερεών διαλυτών από ό,τι εκείνα που προέρχονται από θερμότερες περιοχές. Χαμηλές θερμοκρασίες απαιτούνται για την ανάπτυξη ωραίου χρώματος του φλοιού. Τα πορτοκάλια φαίνεται ότι αποκτούν καλύτερη γεύση και ποιότητα όταν αναπτύσσονται σε περιοχές με μέση θερμοκρασία σημαντικά ανώτερη των 17 °C. Το μέγεθος των πορτοκαλιών επηρεάζεται από την θερμοκρασία. Όταν η μέση θερμοκρασία είναι κάτω των 18,5 °C περίπου καθόλο το διάστημα που οι καρποί βρίσκονται πάνω στο δένδρο, τότε αυτοί μετά δυσκολίας αποκτούν ικανοποιητικό μέγεθος.

Τα πορτοκάλια, καθώς επίσης και άλλα εσπεριδοειδή, είναι τροπικής προέλευσης είδη. Έτσι κάτω από τις τυπικά ζεστές και υγρές συνθήκες, οι καρποί μένουν πράσινοι και έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε χυμό και σάκχαρα. Οι περισσότερες όμως περιοχές που παράγουν εσπεριδοειδή σε εμπορική κλίμακα χαρακτηρίζονται από εύκρατες συνθήκες, υψηλό υψόμετρο, ή ξηρασία. Τέτοιες συνθήκες μπορεί να έχουν δραματικές επιπτώσεις στην ποιότητα των καρπών.

Θερμοκρασίες χαμηλές: Τα διάφορα όργανα των εσπεριδοειδών ζημιώνονται στις κάτωθι θερμοκρασίες: α. άνθη κατά το στάδιο της πλήρους ανθήσεως στους -1.6°C, β. καρποί κατά το πρώτο στάδιο αναπτύξεως των στους -1.1°C, γ. καρποί πράσινοι στους -2.2°C, δ. καρποί ώριμοι στους -3.3° C, ε. βλάστηση στους -5.5° C και στ. ξύλο στους -5.5°C.

Η ανθεκτικότητα στο ψύχος των διάφορων καλλιεργούμενων ειδών συγκριτικά και κατά αύξουσα σειρά έχει ως ακολούθως: κιτριά, λιμεττία, λεμονιά, γκρέϊπ φρουτ, πορτοκαλιά, μανταρινιά, κουμ-κουάτ, τρίπτερο.

Η διαφορά ανθεκτικότητας μεταξύ των διαδοχικών ειδών είναι μικρή, με εξαίρεση το τρίπτερο (*Poncirus trifoliata*), που είναι πολύ ανθεκτικότερο από το κουμκουάτ (*Fortunella*), το οποίο είναι με τη σειρά του πολύ ανθεκτικότερο από τα άλλα είδη του γένους *Citrus*.

Το χειμωνιάτικο ψύχος, ευνοεί το χρωματισμό των πορτοκαλιών, ιδιαίτερα των αιματόχρωμων (σαγκούνια), τα οποία σε ζεστά κλίματα δεν κοκκινίζουν ή κοκκινίζουν ελαφρώς.

Θερμοκρασίες ψηλές: Οι πιο πολλές ποικιλίες των εσπεριδοειδών ανέχονται τις σχετικά ψηλές θερμοκρασίες, αλλά οι απότομες αυξήσεις της θερμοκρασίας σε επίπεδα ψηλότερα των κανονικών, ή οι υπερβολικά ψηλές θερμοκρασίες, που συνοδεύονται από χαμηλή σχετική υγρασία, συνήθως είναι επιζήμιες. Ευαισθησία παρουσιάζουν οι νεαροί καρποί και τα φύλλα.

Η ζημιά, που προκαλείται από μια απότομη αύξηση της θερμοκρασίας είναι ανάλογη προς τις θερμοκρασίες, που επεκράτησαν πριν από την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας και της εποχής, που σημειώνεται η αύξηση. Έχει παρατηρηθεί κατά την άνοιξη, πριν ακόμα το έδαφος ζεσταθεί, η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα να προκαλεί φυλλόπτωση, που συνοδεύεται και από αποξηράνσεις βλαστών στα δένδρα, μετά από διάστημα δύο ή τριών μηνών. Κατά τους Klotz κ.ά. (1962), όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι κάτω από 13° C, οι ρίζες δεν είναι ενεργώς λειτουργικές, με αποτέλεσμα η αυξημένη απώλεια νερού από τα δένδρα, με τη διαπνοή λόγω της ψηλής θερμοκρασίας του αέρα, να είναι μεγαλύτερη από εκείνη, που μπορεί να αναπληρώσει ένα μη ενεργό ριζικό σύστημα σε κρύο έδαφος.

Μια τέτοια κατάσταση, όταν σημειωθεί κατά και αμέσως μετά την περίοδο της καρποδέσεως, μπορεί να προκαλέσει σοβαρές απώλειες στην παραγωγή. Αν μάλιστα η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας είναι υπερβολικά ψηλή, τότε η παραγωγή μπορεί να καταστραφεί ολοσχερώς. Κατά Platt (1958) η ζημιά είναι μεγαλύτερη, όταν το έδαφος είναι ξηρό ή όταν η απότομη αύξηση των θερμοκρασιών συνοδεύεται, όπως συμβαίνει στις ημίξηρες περιοχές και από ξηρούς ανέμους.

Κατά τους Ketchie και Furr (1968), σε περιοχές με υπερβολικά ψηλές θερμοκρασίες κατά το καλοκαίρι, ζημιές από ζέστη υπό μορφή εγκαυμάτων φλοιού, αφυδατώσεως της

σάρκας, μείωσης του μεγέθους του καρπού και αυξημένης κοκκοποίησας, παρατηρήθηκαν σε καρπούς, που ήταν εκτεθειμένοι στον ήλιο.

Οι Keitchie και Ballard (1968) παρατήρησαν την εκδήλωση ζημιάς σε καρπούς πορτοκαλιάς, ποικιλίας Βαλέντσια, όταν η μέση θερμοκρασία του αέρα είχε φθάσει τους 42.5° C και η σχετική υγρασία ήταν 20%. Δεν εκδηλώθηκε καμιά απολύτως ζημιά, όταν η μέση θερμοκρασία του αέρα είχε φθάσει τους 39.5° C, η θερμοκρασία στο κέντρο του καρπού 35° C και η σχετική υγρασία ήταν 30%. Οι καρποί, που σκιάζονταν, κατά τις περιόδους που επικρατούσαν επιζήμιες θερμοκρασίες, δεν έπαθαν καμιά απολύτως ζημιά.

Οι διάφορες ποικιλίες εσπεριδοειδών έχουν και διάφορο βαθμό αντοχής στις ψηλές θερμοκρασίες. Τα γκρέϊτ φρουτ, οι λεμονιές, η πορτοκαλιά Βαλέντσια και πολλές ποικιλίες μανταρινιάς δίνουν ικανοποιητικές σοδειές σε περιοχές με ψηλές θερμοκρασίες, αν και παρατηρούνται μερικές φορές ζημιές σε καρπούς, που είναι εκτεθειμένοι σε υπερβολικά ψηλές θερμοκρασίες. Η ομφαλοφόρος πορτοκαλιά Μέρλιν και η μανταρινιά Σατσούμα, αντιθέτως, σε περιοχές, που σημειώνονται ψηλές θερμοκρασίες, κατά την περίοδο της ανθήσεως και καρποδέσεως των δένδρων, δίνουν χαμηλές σοδειές.

Η δυσμενής αυτή επίδραση των απότομων ψηλών θερμοκρασιών μπορεί να μετριαστεί κάπως με την εφαρμογή συστήματος τεχνητής βροχής, που έχει ικανότητα να επιφέρει μείωση της θερμοκρασίας της εσπεριδοφυτείας κατά 5.5-8.3° C.

## 1.6 Έδαφος

Τα εσπεριδοειδή ευδοκμούν σε ευρεία ποικιλία εδαφών, από τα πιο αμμώδη μέχρι τα αργιλλώδη. Είναι γενικά αποδεκτό, ότι το πιο κατάλληλο έδαφος για την καλλιέργεια εσπεριδοειδών είναι το μέσης συστάσεως, αμμοαργιλλώδες ή αργιλλοαμμώδες, διαπερατό, καλώς αποστραγγιζόμενο, νοτερό, βαθύ, μη αλατούχο, περιεκτικότητας σε ασβέστη όχι πάνω από 30% και μη καλλιεργηθέν με εσπεριδοειδή κατά την τελευταία, τουλάχιστο, δεκαετία.

Η αντίδραση του εδάφους ποικίλλει από pH 5 (μετρίως όξινο) μέχρι pH 8.5 (μετρίως αλκαλικό). Σε τέτοια εδάφη επιτυγχάνονται ικανοποιητικές παραγωγές. Κατά τους Jones και Cree (1954) η μείωση του pH από 7.5 σε 4 επί μια δεκαπενταετία δεν είχε καμιά επίδραση στην παραγωγικότητα της ομφαλοφόρου πορτοκαλιάς Μέρλιν. Αλλά οι Reitz

κ.ά. (1972) συνιστούν για τα αμμώδη εδάφη της Φλώριδας το pH να διατηρείται μεταξύ των τιμών 5.5 και 7.0.

## 1.7 Νερό

Στις ξερικές και ημιξερικές περιοχές το νερό είναι απαραίτητο για την καλλιέργεια των εσπεριδοειδών. Η επαρκής ποσότητα αυτού και η αποδεκτή ποιότητα του καθορίζουν το ύψος της παραγωγικής ικανότητας μιας εσπεριδοφυτείας. Αντίθετα, στις πιο νοτερές περιοχές, η περίσσεια νερού μπορεί να αποβεί επιζήμια για την παραγωγικότητα μιας εσπεριδοφυτείας, γι' αυτό πρέπει να λαμβάνονται εγκαίρως μέτρα, που να αποβλέπουν στην αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων.

Η ποσότητα του νερού, που χρειάζεται μια εσπεριδοφυτεία, επηρεάζεται: α. από τη θερμοκρασία, τους ανέμους και την υγρασία της περιοχής, β. από την ποσότητα και την εποχιακή κατανομή των βροχοπτώσεων, γ. από το μέγεθος, την ηλικία και την πυκνότητα φυτεύσεως των δένδρων και δ. από τη σύσταση του εδάφους.

Η ποιότητα δε του νερού αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την παραγωγική ικανότητα μιας εσπεριδοφυτείας. Τα εσπεριδοειδή χαρακτηρίζονται σαν ευαίσθητα στα άλατα καλλιέργεια και επομένως αν το νερό περιέχει μεγάλη ποσότητα αλάτων μπορεί να περιορίσει τη βλάστηση και την παραγωγικότητα ης φυτείας. Η ελάχιστη συγκέντρωση των αλάτων στο νερό, που προορίζεται για πότισμα, είναι δύσκολο να καθοριστεί, γιατί υπεισέρχονται πολλοί παράγοντες. Αυτοί αφορούν την ισορροπία μεταξύ της ποσότητας, που παρέχεται και εκείνης, που απομακρύνεται με έκπλυση, η οποία επηρεάζεται: α. από την περατότητα του εδάφους, β. από την καταναλισκόμενη από το φυτό ποσότητα νερού, που επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες, γ. από το είδος αλάτων ή ιόντων, που περιέχονται στο νερό και δ. από την ευαισθησία της ποικιλίας και του υποκειμένου. Τα μεγάλης περιεκτικότητας σε άλατα νερά μπορεί να είναι ανεκτικά για την καλλιέργεια, αν τα ποτίσματα είναι συχνά, γεγονός που παρεμποδίζει τη συγκέντρωση των αλάτων σε επιζήμια επίπεδα στη ζώνη, που αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα των δένδρων.

Τα εσπεριδοειδή είναι πολύ ευαίσθητα στην περίσσεια βορίου και λιθίου. Το νερό, που περιέχει πάνω από 0.5 ppm βόριο και 0.1 ppm λίθιο θεωρείται ακατάλληλο για πότισμα εσπεριδοειδών. Επίσης ακατάλληλο θεωρείται και το νερό, που περιέχει χλώριο πάνω από 150-200 ppm. Σε εδάφη, που αποστραγγίζονται κακώς, συγκεντρώσεις χλωρίου



μικρότερες των πιο πάνω αναφερόμενων αποβαίνουν συχνά επιζήμιες για την καλλιέργεια. Το νερό, που περιέχει νάτριο 70 ppm ή χλώριο 100 ppm θεωρείται ακατάλληλο για το πότισμα εσπεριδοφυτείας με τεχνητή βροχή, γιατί προκαλεί ζημιές στο φύλλωμα.

Οι διάφορες ποικιλίες και τα υποκείμενα των εσπεριδοειδών παρουσιάζουν και διάφορο βαθμό αντοχής στα άλατα ή τα ιόντα. Η λεμονιά θεωρείται πιο ευαίσθητη στα ολικά άλατα και στο βόριο από την πορτοκαλιά και το γκρέιπ φρουτ. Από δε τα χρησιμοποιούμενα υποκείμενα των εσπεριδοειδών λιγότερο ανεκτικά στο χλώριο είναι η πορτοκαλιά και τα citrange, ενδιάμεσως έρχονται η νερατζιά, η τραχύκαρπος λεμονιά και το τανγκέλο, ενώ η κλεοπάτρα και η λιμετιία ράνγκπουρ θεωρούνται σαν τα πιο ανεκτικά.

Αν το νερό, που χρησιμοποιείται για το πότισμα εσπεριδοφυτειών, χαρακτηριστεί ακατάλληλο ύστερα από χημική ανάλυση, τότε συνιστάται η ανάμιξη αυτού με νερό άλλης πηγής, που έχει χαρακτηριστεί ως κατάλληλο, αλλά δεν επαρκεί σε ποσότητα. Κατ' αυτό τον τρόπο επέρχεται μείωση της συγκεντρώσεως των αλάτων ή ιόντων, που περιέχονται στο νερό του ποτίσματος, με αποτέλεσμα το νερό να καθίσταται κατάλληλο.

## 1.8 Λίπανση

Λίπανση, άρδευση, εφαρμογή ρυθμιστών αύξησης, αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών και κλάδεμα είναι απαραίτητες καλλιεργητικές εργασίες, που πρέπει να εκτελούνται κανονικά, για να παραμένουν τα δένδρα ζωντά, παραγωγικά, υγιή και να παράγουν καλής ποιότητας καρπό.

Η λίπανση και η άρδευση παίζουν σπουδαίο ρόλο στην παραγωγή φρούτων που προορίζονται τόσο για νωπή χρήση όσο και για επεξεργασία. Τα στοιχεία άζωτο και κάλιο είναι τα δύο κύρια στοιχεία που επηρεάζουν την παραγωγή των εσπεριδοειδών. Τα άλλα μακροστοιχεία ή ιχνοστοιχεία δεν παίζουν καθοριστικό ρόλο, εκτός και αν λείπουν ή βρίσκονται σε περίσσεια.

Γενικά η εφαρμογή αζώτου σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε χυμό, τα διαλυτά στερεά, την οξύτητα και το χρώμα του χυμού. Υπερβολικό άζωτο μειώνει την παραγωγή καρπών.

Το κάλιο σε υπερβολική συγκέντρωση έχει αρνητική επίπτωση στην ποιότητα του χυμού, παρόλο που η αυξημένη συνολική παραγωγή/στρέμμα, στην οποία συντελεί, αυξάνει την συνολική απόδοση/μονάδα επιφάνειας.

Υψηλή συγκέντρωση του φωσφόρου προκαλεί μείωση των οξέων με αποτέλεσμα να αυξάνει ο λόγος ΔΣ/Οξέα. Εφαρμογή φωσφορικών λιπασμάτων σε εδάφη φτωχά σε φωσφόρο αύξησε την παραγωγή. Στο πίνακα που ακολουθεί αναγράφονται οι μέσες συγκεντρώσεις ορισμένων στοιχείων που υπάρχουν στο έδαφος.

Πίνακας Μέση συγκέντρωση μακροστοιχείων στο έδαφος

Στοιχείο	Συγκέντρωση ppm
Ασβέστιο	51-100
Μαγνήσιο	51-200
Κάλιο	11- 50
Άζωτο (NO <sub>3</sub> )	51-150
Φωσφόρος	0-15
Θειάφι	26-100

### **Σημασία των θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά**

#### **Άζωτο (N)**

Το άζωτο είναι ένα από τα πιο σπουδαία θρεπτικά στοιχεία, διότι είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό αμινοξέων, πρωτεϊνών, χλωροφύλλης, αμυδίων και πολλών άλλων οργανικών ενώσεων που αποτελούν το 40-50% της ξηρής ουσίας του πρωτοπλάσματος. Στα εσπεριδοειδή το N βρίσκεται κυρίως σε οργανική μορφή και σε μικρές ποσότητες ως νιτρικό. Τα νιτρικά ανάγονται στη ρίζα και μετατρέπονται σε αμινοξέα. Το N απορροφάται από το έδαφος υπό μορφή νιτρική ή αμμωνιακή, ανάλογα με το pH ή το λίπασμα και ως ουρία από το έδαφος ή τα φύλλα.

Τα συμπτώματα έλλειψης αζώτου παρατηρούνται στα παλιότερα φύλλα του δένδρου και σχεδόν ποτέ στις κορυφές των βλαστών. Η έλλειψη αζώτου προκαλεί καχεξία και μειωμένη ανάπτυξη του δένδρου, ενώ η περίσσεια προκαλεί βλαστομανία, το δένδρο καθυστερεί να μπει στην καρποφορία και παρουσιάζει ευπάθεια στις μυκητολογικές, ιολογικές και βακτηριολογικές ασθένειες.

Περίσσεια N μπορεί να επηρεάσει και την διαθεσιμότητα άλλων ανόργανων στοιχείων, όπως Cu, Zn, Mn, Mo, P και άλλων. Έτσι βρέθηκε ότι το N δρα ανταγωνιστικά στα στοιχεία P και K και συνεργιστικά στα στοιχεία Ca και Mg, όσον αφορά την ποιότητα των καρπών. Εξαιτίας της ανταγωνιστικής του δράσης με τον P, η συγκέντρωση του P στο

δένδρο μπορεί να επηρεασθεί ευκολότερα από την N-ούχο λίπανση παρά από τη φωσφορική.

Τα φύλλα περιέχουν το 50% της συνολικής ποσότητας του N. Το N απορροφάται καθόλη την διάρκεια του έτους με μέγιστο το καλοκαίρι. Έτσι ακόμη και φθινοπωρινή ή χειμερινή χορήγηση N μπορεί να αξιοποιηθεί από τα εσπεριδοειδή. Η ταχύτητα απορρόφησης του N είναι μεγάλη, βρέθηκε ότι ποσοστό ίσο με το 44% του χορηγηθέντος αζώτου μπορεί να προσληφθεί με μια άρδευση από το ριζόστρωμα.

#### Φωσφόρος (P)

Ο φωσφόρος είναι απαραίτητος για τον σχηματισμό βασικών ενώσεων του φυτού, όπως DNA, RNA, φωσφολιπιδίων, νουκλεοπρωτεϊνών και άλλων οργανικών ενώσεων, καθώς και ενώσεων υψηλής ενέργειας (ATP, ADP). Η αναλογία αζώτου/φωσφόρου στα φύλλα είναι περίπου 6/1, ενώ στους καρπούς 1/10. Στα φύλλα η συγκέντρωση του P σπάνια ξεπερνάει το 0.2%. Ο εδαφικός φωσφόρος, εξαιτίας της δέσμευσης του, δεν παρουσιάζει καλή συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του και εκείνης των φύλλων. Οι απαιτήσεις των εσπεριδοειδών σε P είναι μικρές. Έτσι 1 τόνος καρπών περιέχει 200 g περίπου P και η ποσότητα που αφαιρείται δια μέσου των συγκομισθέντων καρπών ανέρχεται σε 0,6 -1,3 κιλά/στρέμμα. Υπερβολική υπερφωσφορική λίπανση στο έδαφος προκαλεί τροφopenία Zn, Fe ή Cu και αύξηση της συγκέντρωσης Mn στα φύλλα. Ο φωσφόρος, ενώ είναι δυσκίνητος στο έδαφος, είναι ευκίνητος μέσα στο φυτό. Από πειράματα βρέθηκε ότι καθώς αυξάνεται η συγκέντρωση του P στα φύλλα, μειώνεται η περιεκτικότητα των καρπών σε κιτρικό και ασκορβικό οξύ.

#### Κάλιο (K)

Το κάλιο, ενώ δεν συμμετέχει στον σχηματισμό οργανικών ενώσεων, βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στους ιστούς. Παίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση των δένδρων ρυθμίζοντας τον μεταβολισμό των υδατανθράκων, την μεταφορά τους, την διαπνοή, την φωτοσύνθεση (κλείσιμο και άνοιγμα των στομάτων) και την σύνθεση και μεταβολισμό των οργανικών οξέων. Επίσης είναι ενεργοποιητής 50-60 ενζύμων. Το κάλιο δεσμεύεται στα κολλοειδή της αργίλλου και δεν εκπλύνεται εύκολα, όμως μέχρι και 80% του χορηγηθέντος καλίου μπορεί να απορροφηθεί και να χρησιμοποιηθεί την ίδια περίοδο από

τα δένδρα. Υπερβολική απορρόφηση καλίου μπορεί να ανταγωνίζεται την απορρόφηση δισθενών ιόντων. Είναι πολύ ευκίνητο μέσα στο φυτό.

Η βλάστηση των εσπεριδοειδών είναι κανονική σε ένα εύρος συγκέντρωσης K από 0,35-2%. Συμπτώματα έλλειψης έχουν παρατηρηθεί σε συγκέντρωση καλίου στα φύλλα κάτω από 0,35%. Η απορρόφηση καλίου είναι μέγιστη από τον Μάρτιο έως τον Νοέμβριο. Το φθινόπωρο ποσοστό μέχρι και 60% του συνολικού καλίου των φύλλων μπορεί να μεταφερθεί σε άλλα τμήματα του δένδρου και κυρίως στους καρπούς οπότε και επηρεάζεται η ποιότητα τους.

Υποκείμενα όπως η Τραχύκαρπη λεμονιά, η μανταρινιά Κλεοπάτρα και η νεραντζιά απορροφούν περίπου τις ίδιες ποσότητες καλίου. Η πορτοκαλιά και το γκρέιπφρουτ, ως υποκείμενα, απορροφούν πολύ κάλιο, ενώ η τρίφυλλη πορτοκαλιά και τα υβρίδια της λίγο.

Το κάλιο ανταγωνίζεται τα στοιχεία Ca και Mg, και ως εκ τούτου είναι αδύνατο να έχουμε ταυτόχρονα υψηλή συγκέντρωση καλίου και ασβεστίου στα φύλλα. Σε εδάφη με πολύ διαθέσιμο ασβέστιο είναι αδύνατο να αυξηθεί το χαμηλό κάλιο των φύλλων ακόμη και με πλούσια χορήγηση καλιούχων λιπασμάτων. Το αμμωνιακό -N ανταγωνίζεται το κάλιο.

## 1.9 Ποιότητα καρπού

Αναφέροντας τον ορισμό των Kramer και Twigg (1970), ποιότητα είναι το σύνολο εκείνων των χαρακτηριστικών ενός συγκεκριμένου προϊόντος, που επιτρέπουν το διαχωρισμό του και σχετίζονται άμεσα με την ικανότητα του καταναλωτή, ο οποίος χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά αυτά είναι σε θέση να ξεχωρίζει το προϊόν και να το διακρίνει από το σύνολο ομοειδών προϊόντων.

Στα οπωροκηπευτικά, ποιότητα είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων ενός προϊόντος που αναφέρονται στη βιωσιμότητα, την εμφάνιση και γενικώς την χρησιμότητα του και δίνουν αξία στο προϊόν για τροφή (π.χ. νωποί καρποί και λαχανικά) ή αισθητική απόλαυση (π.χ. άνθη). Η ποιότητα στα περισσότερα γεωργικά προϊόντα παραμένει σχετικά επί μακρόν σταθερή (π.χ. ξηροί καρποί, δημητριακά, λάδι, κλπ). Στα ευπαθή όμως φρούτα και λαχανικά η ποιότητα μετά την συγκομιδή μειώνεται (π.χ. κεράσια, ροδάκινα, βερίκοκα κλπ). Σε ορισμένους νωπούς καρπούς, όπως στα μήλα, αχλάδια και μπανάνες, στις πρώτες

εβδομάδες ή μήνες μετά την συγκομιδή παρουσιάζεται βελτίωση της οργανοληπτικής τους ποιότητας (ωριμάζουν) και έπειτα αρχίζει η υποβάθμιση της. Οι διάφοροι χειρισμοί των καρπών κατά τη συγκομιδή και διακίνηση αποβλέπουν στην καλύτερη διατήρηση της ποιότητας μέχρι τη διάθεση τους στον καταναλωτή.

### 1.10 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των καρπών των εσπεριδοειδών.

Την ποιότητα των καρπών των εσπεριδοειδών επηρεάζουν παράγοντες οι οποίοι αναφέρονται στη μεταχείριση του προϊόντος τόσο πριν από τη συγκομιδή όσο και κατά τη μετασυλλεκτική μεταχείριση. Στους παράγοντες που αναφέρονται στη μεταχείριση των καρπών πριν από τη συγκομιδή έχουμε τους γενετικούς, κλιματολογικούς και όλες τις καλλιεργητικές τεχνικές.

#### **Γενετικοί παράγοντες.**

α) Γενετική σύσταση: Η γενετική σύσταση καθορίζει τα χαρακτηριστικά της ποιότητας και βρίσκει την έκφραση της στην ποικιλία. Η εκλογή της ποικιλίας ενδιαφέρει όχι μόνο στην απόδοση αλλά είναι καθοριστικός παράγοντας των χαρακτηριστικών της ποιότητας π. χ. του σχήματος, μεγέθους και χρώματος του καρπού. Το σχήμα και η μορφή που παίρνει ένας καρπός είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας και τροποποιείται ελάχιστα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις καλλιεργητικές φροντίδες. Χαρακτηριστικό επίσης μπορεί να είναι και το άρωμα των καρπών που δίνει κάθε ποικιλία. Η ποικιλία επίσης μπορεί να επηρεάζει τη συνεκτικότητα και τη τραγανότητα της σάρκας. Επίσης μπορεί τα επιτραπέζια φρούτα γενικώς να έχουν συνήθως έντονο επίχρωμα που επηρεάζεται κυρίως από την ποικιλία (Πίνακας 15).

**Πίνακας 15.** Ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών κοινών πορτοκαλιών

Ποικιλίες	ΠΕΡΙΕΚ. ΧΥΜΟΥ (%)	ΑΡΙΘ. ΣΠΟΡΩΝ/ ΚΑΡΠΟ	ΠΑΧΟΣ ΦΛΟΙΟΥ (mm)	ΕΠΟΧΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ
<b>A. ΝΤΟΠΙΕΣ</b>				
1) Μυρωδάτο Τυμπακίου	33,5-39	2-6	5-5,5	Τέλος Νοεμβρίου
2) Σουλτανί Φοδέλε	39-46	0-1	5-5,5	Αρχές Γενάρη
3) Λαινάτο Χανίων	38-45	3-9	5-5,5	Τέλος Δεκέμβρη
4) Γιάφφα	30-38	1-5	5,5-6,5	Αρχές Φλεβάρη
5) Στρογγυλό Άρτας	33-41	3-9	5,5-6,5	Αρχές Φλεβάρη
6) Μποτσάτο Άρτας	34-42	3-6	5,5-6	Αρχές Φλεβάρη
7) Άσπερμο Άρτας	32-46	0-1	5-6	Αρχές Δεκέμβρη
<b>B. ΞΕΝΕΣ</b>				
1) Hamlin	31-37	1-2	5-5,5	Αρχές Δεκέμβρη
2) Pineapple	28-35	10-20	6-7	Τέλος Δεκέμβρη
3) Parson Brown	33-43	4-12	5-5,5	Αρχές Γενάρη
4) Cadenera	37-42	1-2	5-6	Αρχές Δεκέμβρη
5) Salustiana	36-41	1-2	5,5-6,5	Αρχές Δεκέμβρη
6) Pera	35-40	2-4	5,5-6,5	

β) Υποκείμενο. Το υποκείμενο είναι δυνατόν να επηρεάζει τα χαρακτηριστικά της ποιότητας όπως: μέγεθος καρπού, πάχος φλοιού, χρώμα, περιεκτικότητα σε χυμό, οξέα και άλλα χαρακτηριστικά (Πίνακας 16, 17, 18). (Π.χ. πορτοκαλιές εμβολιασμένες σε υποκείμενο *Trifoliata* δίνουν καρπούς με λεπτό φλοιό, σε αντίθεση με την τραχύκαρπη λεμονιά, που όταν χρησιμοποιείται ως υποκείμενο, δίνει χονδρόφλοιους καρπούς).

Κλιματολογικοί παράγοντες.

α) Θερμοκρασία: Πα τα περισσότερα είδη του γένους *Citrus* η επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών κατά τη βλαστική περίοδο δίνει πρωιμότητα και επηρεάζει έντονα την ποιότητα. Ζεστές ημέρες με καθαρό ουρανό που εναλλάσσονται με ψυχρές νύχτες κατά την ωρίμανση ευνοούν την ανάπτυξη έντονου χρώματος στο φλοιό. Αντίθετα στις τροπικές περιοχές όπου έχουμε ζεστές ημέρες και νύχτες τα εσπεριδοειδή αποκτούν φτωχό Χρώμα.

β) Ηλιοφάνεια. Η διάρκεια, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η ποιότητα του ηλιακού φάσματος είναι δυνατόν να επηρεάζουν την ποιότητα των καρπών. Ο σχηματισμός της χρωστικής ανθοκυάνης ελέγχεται από το υπεριώδες ηλιακό φως.

γ) Άνεμος Ο ισχυρός άνεμος επιδρά αρνητικά στην ποιότητα των καρπών. Ο ισχυρός άνεμος προξενεί τραυματισμούς στα φύλλα και τους καρπούς. Οι εκδορές από τέτοιους τραυματισμούς έχουν άμεση συνέπεια στη ποιότητα κυρίως λόγω της ιδιαίτερης ευαισθησίας στην προσβολή του καρπού από μικροοργανισμούς.

δ) Βροχόπτωση - Άρδευση. Τα εσπεριδοειδή ευδοκιμούν και καλλιεργούνται συνήθως σε περιοχές όπου η βροχόπτωση δεν υπερβαίνει τα 300 χιλιοστά, και ως εκ τούτου είναι απαραίτητη η συμπληρωματική παροχή νερού στο δέντρο μέσω της άρδευσης.

**Πίνακας 16.** Επίδραση του υποκειμένου στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού μανταρινιάς στη Ρόδο.

<b>ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ</b>	<b>ΧΥΜΟΣ %</b>	<b>Δ.Σ. %</b>	<b>ΟΞΥΤΗΤΑ %</b>	<b>ΑΡ. ΣΠΕΡΜΑΤΩΝ/ ΚΑΡΠΟ</b>
Troyer	35,1	11,9	1,86	22,5
Citrumelo	40,9	13,0	1,91	8,3
Citr. Savage	35,7	13,0	1,88	19,0
Junos	36,0	11,9	1,64	19,0
Cleopatra	36,1	12,8	1,83	20,0
P. Sweet Lime	35,4	10,5	1,41	8,6
C. Taiwanica	38,1	12,0	1,45	18,2
Carrizo Citrange	36,0	11,5	1,23	21,0
Tang. Sampson	36,3	12,6	1,65	20,1
Νεραντζιά	34,9	12,1	1,60	18,2

Πηγή: Βασιλακάκης-Θεριός, 1996



**Πίνακας 17.** Επίδραση του υποκειμένου στην ποιότητα των καρπών  
μανταρινιάς Clementine (Λιονακης, 1986).

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΠΑΧΟΣ ΦΛΟΙΟΥ (mm)	ΧΥΜΟΣ (%)	Δ.Σ. (%)	ΟΞΕΑ (%)	ΔΣ/ΟΞΕΑ
Νεραντζιά	70,0	3,3	35,9	10,0	1,27	7,87
Cleopatra	62,3	3,4	37,0	9,8	1,39	7,05
Carrizo	66,4	3,5	36,7	10,0	1,26	7,93

**Πίνακας 18.** Χημική σύσταση φύλλων της ποικιλίας Orlando-Tangelos σε σχέση  
με το υποκείμενο.

Υποκείμενο	Zn	Cu	Na	Cl	B
	ppm				
Νεραντζιά και τα υβρίδια της.					
Texas ( <i>C.aurantium</i> )	37	6	852	1104	278
Taiwanika ( <i>C.aurantium</i> )	37	4	724	942	251
Μανταρινιά και τα υβρίδια της.					
Cleopatra	34				
Rangpour	59				
Πορτοκαλιά	52	4	894	964	277

Τρίφυλλη πορτοκαλιά και υβρίδια.	30	4	882	2.050	308
Morton Citrange	33	5	726	1327	279
Citrumelo (Swingle)	28	6	1228	787	229
Συγγενή εσπερ/δών					
Severinia buxifolia	36	9	1519	886	140

Πηγή: Βασιλακάκης-Θεριός, 1996

Μεγάλη σημασία έχει η ποιότητα του νερού. Το νερό άρδευσης πρέπει να είναι καλής ποιότητας ή μικρής περιεκτικότητας σε άλατα και να πλησιάζει αν είναι δυνατόν την ποιότητα του πόσιμου νερού. Τα κύρια χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα του νερού άρδευσης είναι τα εξής:

- i) Η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων,
- ii) Η συγκέντρωση νατρίου και ο λόγος Na/Ca.
- iii) Η συγκέντρωση  $\text{HCO}_3^-$ .
- iv) Η συγκέντρωση Βορίου.

Τα κριτήρια καταλληλότητας άρδευσης που χρησιμοποιούνται για τον προορισμό της ποιότητας του νερού άρδευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 19.

**Πίνακας 19.** Κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της ποιότητας του νερού άρδευσης.

<b>ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ</b>	<b>ΕΝ ΜΕΡΕΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ</b>	<b>ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΟ</b>
Ec (mmhos/cm)	<0,75	0,75-3,0	>3,0
Βαθμός αλκαλίωσης(SAR)	<6,0	6,0-9,0	>9,0
Τοξικότητα ιόντων Απορρόφηση- ριζικού συστήματος			
Νάτριο (SAR)	<3	3,0-9,0	>9
Χλώριο (ppm)	<142	142-355	>355
Βόριο (pp)	<0,5	0,5-2,0	2,0-10

Πηγή: Βασιλακάκης-Θερίος, 1996

### 1.12 Καλλιεργητικές τεχνικές.

α) Λίπανση. Η ανόργανη θρέψη συσχετίζεται έντονα με την ποιότητα των καρπών. Η λίπανση με N, P, K και Ca επιδρά στην εσωτερική ποιότητα. (Πίνακας 20) .

Επίσης πολλές φυσιολογικές ασθένειες αποδίδονται σε ελλείψεις στοιχείων στο έδαφος ή σε καταστάσεις που παρεμποδίζουν την κανονική κατανομή των στοιχείων στους ιστούς του φυτού.

**Πίνακας 20.** Σχέση μεταξύ P (% ξηρή ουσία) στα φύλλα και της ποιότητας του χυμού πορτοκαλιών.

<b>ΠΟΙΚΙΛΙΑ</b>	<b>P %</b>	<b>Δ.Σ %</b>	<b>ΚΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ %</b>	<b>BIT. C ΧΥΜΟΥ – Mg/100ml</b>
Μέρλιν	0,10	13,4	0,84	54
»	0,13	13,1	0,77	45
»	0,15	12,6	0,75	40
Valencia	0,142	10,6	1,15	42
»	0,150	10,4	1,13	40
»	0,156	10,0	1,11	36

Πηγή: Βασιλακάκης-Θερίος, 1996

β) Χαραγή. Χαραγή ή δακτυλίωση στο μέσο της περιόδου άνθησης επιδρά όπως και η γιββεριλλίνη, μειώνοντας το ποσοστό ανθόπτωσης και καρπόπτωσης. Χαραγή στο μέσο του θέρους αυξάνει το μέγεθος του καρπού, λόγω μεγαλύτερης συγκέντρωσης διαθέσιμων υδατανθράκων στους καρπούς. Η χαραγή εμποδίζει τη μεταφορά υδατανθράκων δια μέσω του φλοιού από την κόμη προς τις ρίζες, ενώ δεν παρεμβάλλει κανένα εμπόδιο στη μετακίνηση νερού και ανόργανων αλάτων από τη ρίζα προς την κόμη.

γ) Καταπολέμηση ζιζανίων. Τα ζιζάνια, όπως συμβαίνει με όλες τις καλλιέργειες, αποτελούν πολύ σοβαρό πρόβλημα και για τα εσπεριδοειδή. Ανταγωνίζονται έντονα τα δέντρα για νερό και θρεπτικά στοιχεία, ενώ

παράλληλα ορισμένα ζιζάνια με τις εκκρίσεις και τις τοξίνες τους έχουν αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των δέντρων και μειώνουν την απόδοση τους (Πίνακας 21). Επιπλέον τα ζιζάνια χρησιμεύουν ως ξενιστές εχθρών και ασθενειών των εσπεριδοειδών.

**Πίνακας 21.** Κύρια ζιζάνια των εσπεριδοειδών και τα χαρακτηριστικά τους.

Είδος	Ανταγωνιστικότητα Νερό			Αλληλο- πάθεια	Δυσκολία ελέγχου
	Θ, στοιχ.	Φως			
<i>Parietaria judaica</i> (περδικούλι, κολιτσάνι)	++	++	+	+	++
<i>Digitaria sanguinalis</i> (αιματόχορτο)	++	++	+	+	+
<i>Cyperus rotundus</i> (κύπερη)	+	+	+	+	++
<i>Paspalum distichoides</i> (νεραγριάδα)	+	+	+	+	+
<i>Equisetum spp</i> (αλογοουρά, άγριο κυπαρισσάκι)	+	++	+	+	++
<i>Convolvulus arvensis</i> (περικοκλάδα, αγριοαβρωνίδι)	+	+	+	+	++
<i>Calystegia sepium</i>	+	+	++		++

<i>Amaranthus spp</i> (βλήτα)	+	+			
<i>Sorghum halepense</i> (βέλιουρας, καλαμάγρα)	+	+	+		+
<i>Hedera helix</i> (κισσός)	+	+	+		++
<i>Arum italicum</i> (αγριόκρινα)		+	+		++
<i>Rubus spp.</i>	+	+	+		++
<i>Setaria spp.</i> (αγάπες, κολητσιδές)	+	+	+		++

Πηγή: Βασιλακάκης-Θεριός, 1996

δ) Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών. Τα εσπεριδοειδή προσβάλλονται από πολλά έντομα, βακτήρια, μύκητες και ιώσεις που όχι μόνο επιδρούν δυσμενώς στη ποσότητα και την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος αλλά μπορούν και να επιφέρουν μερική ή ολική καταστροφή του φυτικού κεφαλαίου. Οι κυριότεροι εχθροί των εσπεριδοειδών είναι:

1. Κοκκοειδή: Προσβάλλουν φύλλα, βλαστούς και καρπούς και ευνοούν τη δευτερογενή ανάπτυξη καπνιάς. Τα κυριότερα κοκκοειδή που προσβάλλουν τα εσπεριδοειδή είναι: *Planococcus citri*, *Aunidiella aurantii*, *Coccus hesperidum*, *Ceroplastes floridensis*, *Chrysomphalus dictyospeius*, *Lepidosaphes beckii*, *Lepidosaphes floverii*, *Saissetia oleae*, *Icerya purhasi*.

2. *Μυζητικά-μασητικά έντομα*. Τα κυριότερα είναι: *Toxoptera aurantii*, *Aphis spiraeicola*, *Frankliniella biispinosus*, *Helliothrips haemorrhoidaliw*, *Parabemisia myricae*, *Aleurothrixus floccosus*, *Phyllocnistis citriella*.
3. *Ακάρεα* όπως τα: *Eriopheys Scheldonii*, *Aqulus pelekassi*, *Phyllacoptura oleivorus*, *Tetranychus urticae*, *Paratetranychus citri*, *Tydeus spp.*
4. *Νηματώδεις*: όπως είναι οι *Tylenchulus*, *Radopholus similis*
5. *Μύγα της Μεσογείου* (*Ceratitis capitata*)
6. *Ανθοτρήτης των Εσπεριδοειδών* (*Prays citri*).
7. *Εφέστια των εμβολίων των Εσπεριδοειδών* (*Ephestia vapidella*).

Από τις ασθένειες που προσβάλλουν τα εσπεριδοειδή οι κυριότερες είναι οι εξής: Σηψηριζίες, Κομμίωση, Λέπρωση, Κομμίωση θυλάκων, Καπνιά, Βακτηρίωση, Βακτηριακός καρκίνος των Εσπεριδοειδών και ιώσεις από τις οποίες οι σημαντικότερες ανά τον κόσμο είναι οι παρακάτω: Ψώρωση, Ξυλοπόρωση, Εξωκόρτιδα, Ακαμψία, Κίτρινη νεύρωση, *Tristeza*,

ε) Ένκαιρη συγκομιδή. Όταν τα πορτοκάλια και τα μανταρίνια αφήνονται πάνω στα δέντρα για μακρό χρονικό διάστημα, τότε ο φλοιός χονδραίνει, μειώνεται η περιεκτικότητα σε χυμό και η οξύτητα, και μεταβάλλεται η αναλογία σακχάρων προς οξέα. Οι παραπάνω μεταβολές επηρεάζουν τη γεύση και την ποιότητα γενικότερα.

στ) Φύτευση οπωρώνα. Ο αριθμός των σπερμάτων ποικίλει ανάλογα με το είδος και τη ποικιλία και από το αν ο καρπός είναι παρθενοκαρπικός ή σπερμοφόρος. Πολλές από τις εμπορικές ποικιλίες είναι πρακτικά άσπερμες ή ολιγόσπερμες και αυτό οφείλεται είτε στη χαμηλή γονιμότητα των σπερμοβλαστών είτε στην άγονη γύρη. Αν άνθη των ποικιλιών, που συνήθως αναπτύσσουν καρπούς παρθενοκαρπικούς, επικονιαστούν με γόνιμη γύρη τότε παράγονται ένσπερμοι καρποί. Επομένως εφόσον η παρθενοκαρπία είναι επιθυμητή θα πρέπει ο οπωρώνας να αποτελείται από μια μόνο ποικιλία.

ζ Ορμονικές και άλλες χημικές επεμβάσεις. Οι αυξίνες, αν εφαρμοστούν σε νεαρούς καρπούς, προκαλούν συνήθως αύξηση στο μέγεθος του καρπού, ενώ όταν εφαρμοστούν σε ώριμους καρπούς μειώνουν την καρπόπτωση πριν τη συγκομιδή στις ευαίσθητες ποικιλίες. Εφαρμογή της γιββεριλλίνης ενισχύει την αντοχή του φλοιού καθυστερώντας το γηρασμό του,

όσιμη όμως εφαρμογή της μπορεί να επιβραδύνει την εμφάνιση ή ανάπτυξη ικανοποιητικού χρώματος του καρπού.

### 1.13 Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί

α) Αποπρασινισμός. Όταν οι καρποί είναι ώριμοι (διαλυτά στερεά και οξέα σε ικανοποιητικά επίπεδα) αλλά ο φλοιός τους παραμένει πράσινος (πρώιμα πορτοκάλια, μανταρίνια) τότε επιτρέπεται η συγκομιδή και στη συνέχεια η εφαρμογή του αποπρασινισμού, με τον οποίο οι πράσινοι αλλά ώριμοι καρποί αποκτούν ωραίο πορτοκαλί χρώμα και έτσι γίνονται αποδεκτοί από τον καταναλωτή. Ο αποπρασινισμός πάντως επιταχύνει εκτός από τη μεταβολή του χρώματος - με τη διάσπαση της χλωροφύλλης - και άλλες διεργασίες της ωρίμανσης, με συνέπεια τη μειωμένη διάρκεια της μετασυλλεκτικής ζωής του καρπού. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε καρπούς με λεπτό φλοιό, όπως τα μανταρίνια, που υφίστανται συχνά ζημιές (εγκαύματα) κατά τον αποπρασινισμό.

β) Κήρωση. Η διεργασία αυτή εφαρμόζεται για να μειωθεί η ταχύτητα διαπνοής και να αυξηθεί η στιλπνότητα του προϊόντος. Έτσι βελτιώνεται η εμπορικότητα και επιμηκύνεται η μετασυλλεκτική ζωή των καρπών. Ο κηρός εφαρμόζεται με ψεκασμό, με εμβάπτιση ή με βούρτσισμα. Το διάλυμα του κηρού μπορεί να περιέχει επίσης και μυκητοκτόνα για προστασία του προϊόντος από τις πολλές μετασυλλεκτικές ασθένειες στις οποίες είναι επιρρεπείς.

### 1.14 Σκοπός της διατριβής

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να μελετηθεί η θρέψη της πορτοκαλιάς στη συγκεκριμένη περιοχή. Επίσης να προσδιοριστούν οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους και οι χημικές ιδιότητες των φυτικών ιστών καθώς επίσης και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της πορτοκαλιάς. Τέλος να μελετηθεί η συσχέτιση μεταξύ των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους και των χημικών ιδιοτήτων των φύλλων με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.



## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Δειγματοληψία και εργαστηριακές αναλύσεις

#### Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε εδάφη της περιοχής της Γαβριάς Άρτας. Για την πραγματοποίηση της εφαρμόστηκε η μέθοδος της Τυχαίας δειγματοληψίας (random sampling). Τυχαία δειγματοληψία λαμβάνεται όταν οι στατιστικές μονάδες επιλέγονται τυχαία από τον πληθυσμό που είναι προς μελέτη. Αυτό σημαίνει ότι δεν συντελεί στην επιλογή ή όχι μιας στατιστικής μονάδας αυτός που κάνει την δειγματοληψία (δεν υπάρχει υποκειμενικός παράγοντας) και κάθε στατιστική μονάδα έχει γνωστή πιθανότητα να επιλεγεί σαν μονάδα του δείγματος (Τζώρτζιος, 1997).

Το πλεονέκτημα της τυχαίας δειγματοληψίας είναι ότι εμφανίζονται αμερόληπτοι μέσοι όροι και παραλλακτικότητες. Τα μειονεκτήματα της είναι ότι κάθε σημείο είναι αυτοτελές και στο ότι η πλήρης τυχαιοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε μια άνιση κατανομή των σημείων δειγματοληψίας, εκτός και αν πολλά σημεία δειγματοληψίας μπορούν να μετρηθούν, πράγμα το οποίο συνήθως εμποδίζεται από το υπερβολικό κόστος (Φλωράς Σ., 2002).



*Εικόνα 2.4. Δειματολήπτης τύπου edelman*

Οι θέσεις λήψης των εδαφικών δειγμάτων ήταν τυχαίες και η θέση (συντεταγμένες  $\chi$ ,  $\psi$  σε μοίρες ) των σημείων δειματοληψίας καθορίστηκαν με το σύστημα D.G.P.S. (Differential Global Positioning System)



*Εικόνα 2.5 Συσκευή G.P.S. (Global Positioning System).*

Κατά τη διάρκεια της δειματοληψίας έγινε χρήση D.G.P.S. με σκοπό τον ακριβή εντοπισμό των σημείων δειματοληψίας και την καταγραφή των συντεταγμένων και του υψομετρικού σημείου αυτών. Ελήφθησαν 42 συνολικά εδαφικά δείγματα μάζας περίπου 1 kg, τα οποία συλλέχθηκαν σε βάθη 0–30 cm, 30-60 cm και 60-90 cm από καλλιέργεια πορτοκαλιάς. Η λήψη των δειγμάτων εδάφους έγινε με τη χρήση εδαφολήπτη τύπου Edelman (εικόνα 2.4) και τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες, ενώ ταυτόχρονα καταγράφηκαν στοιχεία που αφορούσαν τη δειματοληψία όπως περιοχή δειματοληψίας, αριθμός τομής, χρήση γης, γεωμορφή, φυσιογραφία, ημερομηνία δειματοληψίας και γενικές παρατηρήσεις για κάθε δείγμα ξεχωριστά. Επίσης πραγματοποιήθηκε δειματοληψία φύλλων (10-12 φύλλα ανά σημείο δειματοληψίας εδάφους) και καρπών (6-8 ανά σημείο δειματοληψίας εδάφους.)

Στη συνέχεια τα εδαφικά δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο όπου περίπου τα εδαφικά δείγματα αφού αεροξηράνθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για χρονικό διάστημα 10 ημερών και αφού διήλθαν από κόσκινα (2mm) διατηρήθηκαν σε πλαστικές σακούλες.

Τα δείγματα των καρπών μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Δενδροκομίας όπου μετρήθηκαν το βάρος καρπού ανά καρπό, τη διάμετρο καρπού ανά καρπό, το βάρος φλοιού ανά καρπό και το πάχος καρπού ανά καρπό. Επίσης καταγράφηκε το pH και έγιναν μετρήσεις διαλυτών στερεών συστατικών και οξύτητας.

### **Εργαστηριακές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων**

#### **✓ Προσδιορισμός του pH**

Η τιμή του pH των εδαφικών δειγμάτων προσδιορίστηκε σε υδατικό αιώρημα εδάφους, σε αναλογία 1:1 (w/w) (McLean, 1982).

#### **Αντιδραστήρια και όργανα.**

1. Ποτήρι ζέσεως των 100 mL.
2. Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL.
3. Ρυθμιστικά διαλύματα με pH=4 και pH=7.
4. Πεχάμετρο Crison.
5. Γυάλινη ράβδος.
6. Αποσταγμένο ύδωρ.
7. Ζυγός ακριβείας.

#### **Βαθμονόμηση pH-μέτρου (Crison).**

Το pH-μετρο βαθμονομείται με τη βοήθεια των ρυθμιστικών διαλυμάτων με τιμές pH=7 και pH=4 σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

### **Μέθοδος.**

Στο ποτήρι ζέσεως των 100 mL φέρονται 30 g αεροξηραθέντος εδάφους και με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου προστίθενται 30 mL αποσταγμένου ύδατος. Με τη γυάλινη ράβδο πραγματοποιείται ανάδευση για χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Το αιώρημα αφήνεται προς εξισορρόπηση. Στη συνέχεια εισάγεται το ηλεκτρόδιο του πεχαμέτρου στο ανώτερο τμήμα του υδατικού αιωρήματος εδάφους και λαμβάνεται η μέτρηση αφού σταθεροποιηθεί το όργανο.

#### **✓ Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας E.C. (Electrical Conductivity)**

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφικών δειγμάτων προσδιορίστηκε σε υδατικό αιώρημα εδάφους, σε αναλογία 1:1 (w/w) (McLean, 1982).

### **Αντιδραστήρια και όργανα.**

1. Ποτήρι ζέσεως των 100 mL.
2. Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL.
3. Ρυθμιστικό διάλυμα 0,1 M KCl.
4. Αγωγιμόμετρο του Οίκου Methrohm
5. Γυάλινη ράβδος.
6. Αποσταγμένο ύδωρ.
7. Ζυγός ακριβείας.
8. Θερμόμετρο.

### **Βαθμονόμηση αγωγιμομέτρου**

Το αγωγιμόμετρο βαθμονομείται με τη βοήθεια του ρυθμιστικού διαλύματος KCl 0.1M. Στους 25 °C η ένδειξή του πρέπει να είναι 1,41 dS/m. Σε διαφορετική θερμοκρασία ρυθμίζεται η ένδειξή του με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή.

## Μέθοδος.

Στο ποτήρι ζέσεως των 100 mL φέρονται 30 g αεροξηραθέντος εδάφους και με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου προστίθενται 30 mL αποσταγμένου ύδατος. Με τη γυάλινη ράβδο πραγματοποιείται ανάδευση για χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Στη συνέχεια εισάγεται το αγωγιμόμετρο στο εδαφικό αιώρημα και λαμβάνεται η μέτρηση ενώ ακόμα τα εδαφικά τεμαχίδια βρίσκονται σε αιώρηση. Για τη διατήρηση των εδαφικών τεμαχιδίων σε αιώρηση ανακινείται ελαφρά το αγωγιμόμετρο. Λαμβάνεται η ένδειξη του αγωγιμομέτρου αφού σταθεροποιηθεί για περίπου 10 sec.

### ✓ Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας

Χρησιμοποιήθηκε η τροποποιημένη μέθοδος των Nelson and Sommers (1982).

### Όργανα - σκεύη

- Κωνικές ευρύλαιμες φιάλες των 500mL
- Ζυγός ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων
- Σιφόνια 20mL, 10mL, 1mL
- Προχοΐδα

### Αντιδραστήρια

-Πρότυπο διάλυμα  $K_2Cr_2O_7$ , 1N. Ζυγίστηκαν 49,04g  $K_2Cr_2O_7$ , το οποίο είχαν προηγουμένως ξηραθεί στους  $105^{\circ}C$  για 1 ώρα και διαλύθηκαν σε αποσταγμένο νερό. Μεταφέρθηκαν στη συνέχεια σε ογκομετρική φιάλη των 1000mL η οποία συμπληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό.

-Πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (96% και άνω w/w), του εμπορίου.[Όταν στο έδαφος υπήρχαν Cl<sup>-</sup> γίνονταν προσθήκη 15 gr L<sup>-1</sup> Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> στο οξύ].

-Πυκνό H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (96% και άνω w/w), του εμπορίου.

-Πρότυπος τιτλοδότης, διάλυμα FeSO<sub>4</sub> 0,5N. Διαλύθηκαν 139g FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O σε αποσταγμένο νερό και προστέθηκαν 15mL πυκνού H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ακολούθησε ψύξη και αραιώση μέχρι όγκου 1000 mL.

Για την συγκέντρωση του αντιδραστηρίου γίνονταν έλεγχος πριν τη χρήση, με τιτλοδότηση με 10mL διαλύματος K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1N.

-Δείκτης ο-φαινανθρολίνης, η οποία είχε συμποκοποιηθεί με διάλυμα FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,025M: 14,85 g από το αντιδραστήριο της ο-φαινανθρολίνης και 6,95 gr από το αντιδραστήριο FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, ζυγίστηκαν και διαλύθηκαν σε μικρή ποσότητα αποσταγμένου νερού. Ακολούθησε αραιώση σε ογκομετρική φιάλη των 1000mL με αποσταγμένο νερό.

### Μέθοδος

Ζυγίστηκαν 0,2-1,0g αεροξηραθέντος εδάφους, που είχε λειοτριβηθεί και κοσκινιστεί με κόσκινο (όχι μεταλλικό), διαμέτρου 0,5mm. Το δείγμα μεταφέρθηκε σε κωνική φιάλη των 500mL. Κατόπιν, προστέθηκαν 10mL διαλύματος K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1N και ανακινήθηκε ελαφρά η φιάλη, έτσι ώστε να διασπαρθεί το δείγμα πλήρως στο διάλυμα. Στη συνέχεια, προστέθηκαν 20mL πυκνού H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Η φιάλη ανακινήθηκε για ένα λεπτό και αφήθηκε σε ηρεμία για 30 λεπτά της ώρας. Κατόπιν, προστέθηκαν 200mL αποσταγμένου νερού, 10mL H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> και 1mL δείκτη ο-φαινανθρολίνης. Τελικά, ογκομετρήθηκε η περίσσεια του K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> με το διάλυμα FeSO<sub>4</sub> μέχρις αλλαγής του χρώματος του δείκτη από μπλε σε κόκκινο. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε και ο τυφλός προσδιορισμός της κανονικότητας του πρότυπου τιτλοδότη, FeSO<sub>4</sub> 0,5N. Όταν γίνονταν αναγωγή από τον οργανικό άνθρακα περισσότερο από 75% των ιόντων Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>-2</sup>, τότε ο προσδιορισμός επαναλαμβάνονταν χρησιμοποιώντας μικρότερη ποσότητα εδαφικού δείγματος.

### Υπολογισμοί

Ο οργανικός άνθρακας υπολογίστηκε από τον τύπο :

$$\text{Οργανικός C, \%} = \frac{(\text{meqK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{meqFeSO}_4)(0.003)(100)}{\text{gξηρού εδάφους}} \times f$$

όπου : meq  $K_2Cr_2O_7$  είναι ίσα με τα meq  $FeSO_4$  που καταναλώνονται για τον τυφλό προσδιορισμό, meq  $FeSO_4$  είναι τα mL του τιτλοδότη που καταναλώθηκαν για το δείγμα επί την κανονικότητα του διαλύματος και f είναι συντελεστής διόρθωσης που έχει τιμή 1,3.

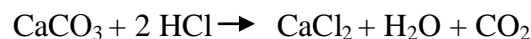
Συμπληρωματικά, αναφέρεται ότι οι τιμές του ολικού άνθρακα % καθώς και της ολικής οργανικής ουσίας %, υπολογίστηκαν ως εξής :

$$\text{Ολικός Οργανικός C, \%} = \frac{(\text{meqK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{meqFeSO}_4)(0.0039)(100)}{\text{gξηρού εδάφους}} \times f$$
$$\text{Οργανική Ουσία, \%} = \frac{(\text{meqK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{meqFeSO}_4)(0.0067)(100)}{\text{gξηρού εδάφους}} \times f$$

#### ✓ Προσδιορισμός του ολικού $CaCO_3$ στο έδαφος

##### Αρχή της μεθόδου

Η μέθοδος προσδιορισμού του ολικού ανθρακικού ασβεστίου σε δείγματα εδάφους στηρίζεται στην αντίδραση με διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης HCl και ογκομέτρηση της περίσσειας ποσότητας του HCl με διάλυμα NaOH. Η αντίδραση η οποία πραγματοποιείται είναι η εξής:



Από τη στοιχειομετρία της παραπάνω αντίδρασης προκύπτει ότι 1 mol ανθρακικού ασβεστίου αντιδρά πλήρως με 2 mol υδροχλωρικού οξέος. Η περίσσεια του διαλύματος υδροχλωρικού οξέος ογκομετρείται με διάλυμα καυστικού νατρίου, σύμφωνα με την αντίδραση:



Το τέλος της αντίδρασης προσδιορίζεται με αλλαγή του χρώματος του δείκτη φαινολοφθαλείνη από άχρωμο σε έντονο ροζ.

### Αντιδραστήρια

- Διάλυμα HCl 2M
- Διάλυμα NaOH 0,1 M
- Δείκτης φαινολοφθαλείνης

### Μέθοδος

10 γραμμάρια αεροξηραθέντος εδάφους μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 250 ml και προστίθενται με σιφόνιο 20 ml διαλύματος HCl 2M. Μετά το τέλος της παραγωγής του αερίου διοξειδίου του άνθρακα (φυσαλίδες), ακολουθεί θέρμανση της φιάλης για 10 περίπου λεπτά. Μετά την ψύξη της φιάλης μεταφέρεται με διήθηση το περιεχόμενο αυτής σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml η οποία και συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο ύδωρ.

Με σιφόνιο μεταφέρονται 10 ml του παραπάνω διαλύματος σε κωνική φιάλη των 250 ml προστίθενται 50 ml αποσταγμένου ύδατος, λίγες σταγόνες δείκτη και ακολουθεί ογκομέτρηση με διάλυμα NaOH 0,1 M μέχρι να εμφανιστεί το έντονο ροζ χρώμα.

Για να αποφευχθούν πιθανά σφάλματα η ογκομέτρηση επαναλαμβάνεται με άλλα 10 ml του παραπάνω διαλύματος.

### Παράδειγμα υπολογισμών

Ας υποθέσουμε ότι για την ογκομέτρηση καταναλώθηκαν 15 ml διαλύματος 0,1 M NaOH.

Τότε από τη δεύτερη αντίδραση προκύπτει ότι αντέδρασαν  $0,1 \text{ mol/L} * 15 \text{ ml} = 1.5 * 10^{-3} \text{ mol NaOH}$ , αλλά και  $1.5 * 10^{-3} \text{ mol HCl}$ .

Στα 10 ml επομένως περιέχονταν 0,015 mol HCl ως περίσσεια της αντίδρασης με το



ανθρακικό ασβέστιο.

Η αρχική ποσότητα του οξέος είναι:  $2 \text{ mol/L} * 20 \text{ ml} = 0,04 \text{ mol}$

Η ποσότητα του οξέος που αντέδρασε με το ανθρακικό  
ασβέστιο υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{αρχική} - \text{περίσσεια} = 0,04 - 0,015 = 0,025 \text{ mol}$$

Ισχύει ότι:

τα  $2 \text{ mol HCl}$  αντιδρούν με  $100 \text{ gr CaCO}_3$

τα  $0,025$  » με  $1,25 \text{ gr CaCO}_3$

Επειδή η αρχική ποσότητα του εδάφους είναι  $10 \text{ gr}$  η περιεκτικότητα του  
αεροξηραθέντος εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο είναι  $1,25 * 100 / 10 = 12,5\%$ .

#### ✓ Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης του εδάφους

Χρησιμοποιείται η μέθοδος κοκκομετρικής ανάλυσης με το υδρόμετρο του  
Βουγιούκου. Τα εδαφικά δείγματα διέρχονται αρχικά από κόσκινο διαμέτρου  $2 \text{ mm}$ .  
Η μέθοδος χρησιμοποιείται μόνον όταν τα εδαφικά δείγματα περιέχουν οργανικό  
άνθρακα λιγότερο από  $30 \text{ g Kg}^{-1}$  εδάφους.

#### Αντιδραστήρια

- Απιονισμένο νερό
- Έξι-μεταφωσφορικό νάτριο
- Ανθρακικό νάτριο ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )
- Διάλυμα  $50 \text{ g}$  έξι-μεταφωσφορικού νατρίου και  $7 \text{ g}$  ανθρακικού  
νατρίου ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) σε  $1 \text{ L}$  απιονισμένο ύδωρ

#### Όργανα

- Γυάλινοι κύλινδροι ύψους  $47 \text{ cm}$ , εσωτερικής διαμέτρου  $65 \text{ mm}$  και χαραγή στα  
 $1130 \text{ ml}$ .

- Γυάλινες φιάλες των 500 ml
- Ηλεκτρικός αναδευτήρας
- Χειροκίνητος αναδευτήρας
- Πυκνόμετρο Βουγιούκου
- Θερμόμετρο
- Χρονόμετρο

### Μέθοδος

50 g ξηρού εδάφους (105°C για 24 h) ζυγίζονται σε ποτήριο βρασμού των 600 ml (τρεις επαναλήψεις από το εδαφικό δείγμα) και προστίθενται 50 ml διασπορικού διαλύματος του 6-μεταφωσφορικού νατρίου. Μετά από δύο ώρες, προστίθεται απιονισμένο ύδωρ μέχρι τα 500 ml. Ακολουθεί ανάδευση με μία ράβδο και το δείγμα παραμένει για 24 ώρες, σε σταθερές συνθήκες, για να ολοκληρωθεί η διασπορά. Στη συνέχεια, το δείγμα μεταφέρεται στο μηχανικό αναδευτήρα του Βουγιούκου (mixer) για καλύτερη διασπορά. Η διάρκεια της ανάδευσης είναι 15 λεπτά της ώρας για τα ελαφριάς έως μέτριας σύστασης εδάφη ή 30 λεπτά της ώρας για τα βαριά αργιλώδη εδάφη.

Το δείγμα μεταφέρεται από το μηχανικό αναδευτήρα στο γυάλινο κύλινδρο Βουγιούκου ύψους 47cm, στον οποίο ήδη έχει προστεθεί μικρή ποσότητα ύδατος. Τοποθετείται κατόπιν το πυκνόμετρο και ο κύλινδρος συμπληρώνεται με απιονισμένο ύδωρ μέχρι τη χαραγή των 1130 ml.

Το αιώρημα αναδεύεται με χειροκίνητο αναδευτήρα 20 φορές με δυνατές, παλινδρομικές κατά τον άξονα του κυλίνδρου κινήσεις, μέχρι να ομογενοποιηθεί το αιώρημα.

Αμέσως μετά, σημειώνεται η πρώτη μέτρηση του πυκνόμετρου και του θερμομέτρου. Το αιώρημα παραμένει σε ηρεμία και η δεύτερη μέτρηση σημειώνεται μετά από δύο ώρες.

Αν A είναι η πρώτη ένδειξη μετά 40 δευτερόλεπτα και B η δεύτερη ένδειξη μετά από δύο ώρες τότε :

$$A = (\text{Πλύς} + \text{Αργίλος}) \%$$

$$B = \text{Αργίλος} \%$$

άρα  $A-B=$  Ιλύς % και  $100-A =$  άμμος %

### Υπολογισμοί

α) Προσδιορισμός του ποσοστού % της άμμου (S)

$$\% \text{άμμου} = 100 - 2 (A \pm \Delta_1)$$

όπου  $A=$  πρώτη ανάγνωση πυκνόμετρου

$\Delta_1=$ συντελεστής διόρθωσης της πρώτης ανάγνωσης του πυκνόμετρου που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία της πρώτης θερμομέτρησης και λαμβάνεται από ειδικό πίνακα.

β) Προσδιορισμός του ποσοστού % της αργίλου (C)

$$\% \text{ αργίλου} = 2 (B \pm \Delta_2)$$

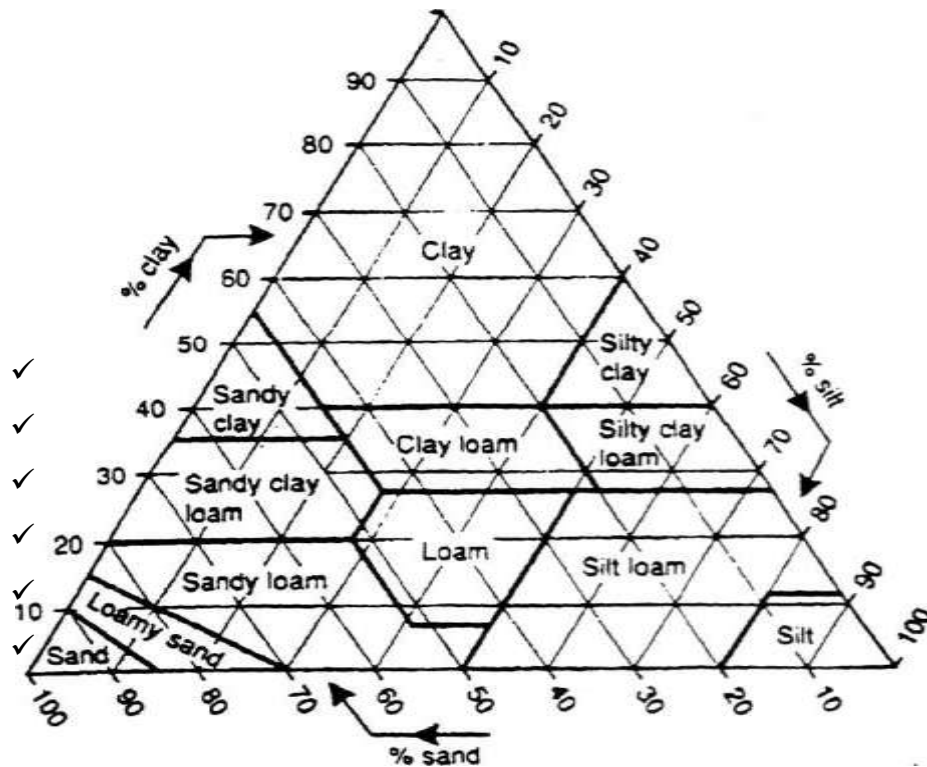
όπου  $B=$  δεύτερη ανάγνωση πυκνόμετρου

$\Delta_2=$ συντελεστής διόρθωσης της δεύτερης ανάγνωσης του πυκνόμετρου που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία της δεύτερης θερμομέτρησης και λαμβάνεται από ειδικό πίνακα.

γ) Η ιλύς υπολογίζεται, αν αφαιρεθεί το άθροισμα των ποσοστών άμμου και αργίλου από το 100.

(Οι θερμοκρασίες  $^{\circ}\text{C}$  μετατρέπονται σε αντίστοιχους  $^{\circ}\text{F}$  με την βοήθεια πινάκων. Αν αυτές είναι μεγαλύτερες των  $67^{\circ}\text{F}$  προστίθενται 0,2 για κάθε επί πλέον βαθμό  $^{\circ}\text{F}$  ή αφαιρείται το 0,2 για κάθε βαθμό, όταν οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες των  $67^{\circ}\text{C}$ ).

Ο τύπος του εδάφους προσδιορίζεται από το τριγωνικό διάγραμμα μηχανικής σύστασης των εδαφών κατά USDA.



✓ Προσδιορισμός του φωσφόρου σε διάλυμα – μέθοδος Olsen (1954)

Οι περισσότεροι προσδιορισμοί εδαφικού φωσφόρου έχουν δύο χωριστές φάσεις. Πρώτον, τη προετοιμασία ενός δείγματος που να περιέχει τον εδαφικό φώσφορο ή το κλάσμα αυτού και δεύτερον τον ποσοτικό προσδιορισμό του εδαφικού φωσφόρου στο διάλυμα, τη συγκέντρωση άλλων στοιχείων και το συγκεκριμένο σύστημα οξέων που χρησιμοποιείται στην αναλυτική διαδικασία.

Οι «μπλε» μέθοδοι του μολυβδαινίου είναι αυτές με τη μεγαλύτερη ευαισθησία και έτσι χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο στα εδαφικά αποστάγματα, που περιέχουν μικρές ποσότητες P, όσο και για τον προσδιορισμό του ολικού P. Αυτές οι μέθοδοι βασίζονται στην αρχή ότι σε ένα όξινο μολυβδαινικό διάλυμα που περιέχει ορθοφωσφορικά ιόντα, ένα φωσφορομολυβδαινικό σύμπλοκο που μπορεί να αναχθεί από ασκορβικό οξύ, από  $\text{SnCl}_2$ , και από άλλα αναγωγικά αντιδραστήρια σε ένα «μπλε του μολυβδαινίου» χρώμα. Η ένταση του μπλε χρώματος ποικίλει ανάλογα με τη συγκέντρωση του P αλλά επηρεάζεται επίσης και από άλλους παράγοντες όπως η οξύτητα, τα αρσενικούχα και τα πυριτικά άλατα, και άλλα στοιχεία που επηρεάζουν το οξειδο-αναγωγικό περιβάλλον του συστήματος.

Η μέθοδος του Olsen χρησιμοποιείται κυρίως για εδάφη ασβεστούχα και για εδάφη που λιπάνθηκαν με φωσφορικό απατίτη αλλά δίνει αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα και σε όξινα εδάφη.

Ο προσδιορισμός του P κατά Olsen ακολουθεί δύο φάσεις, πρώτον την εκχύλιση με διάλυμα 0,5N NaHCO<sub>3</sub> και μετά τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του P στο εκχύλισμα.

### **Μέθοδος – Αντιδραστήρια**

- Διάλυμα NaOH 5N: 40gr NaOH διαλύονται σε 800ml απεσταγμένου νερού και συμπληρώνεται μέχρι 1000ml.
- Διάλυμα NaHCO<sub>3</sub> 0,5N: 42gr NaHCO<sub>3</sub> διαλύονται σε 800ml απεσταγμένου νερού και συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1000ml. Ρυθμίζουμε το pH στο 8,5 με το διάλυμα NaOH 0,5N.
- Διάλυμα H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N: Διαλύουμε 141ml π. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96% σε 800ml απεσταγμένου νερού και μετά από τη ψύξη του διαλύματος συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1000ml.
- Μολυβδαινικό αμμώνιο (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O.
- Τρυγικό καλιοαντιμμώνιο KSbO·C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.
- Διάλυμα A: Διαλύουμε 6g (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O σε 125ml απεσταγμένο νερό σε ποτήρι ζέσεως 500ml, καθώς και 0,145gr KSbO·C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> με 50ml απεσταγμένο νερό σε ποτήρι ζέσεως 200ml. Μεταφέρουμε τα παραπάνω διαλύματα σε ογκομετρική φιάλη των 1000ml, προσθέτουμε 500ml διαλύματος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N και συμπληρώνουμε με νερό μέχρις όγκου 1000ml.
- Ασκορβικό οξύ (L(+)-Ascorbic acid).
- Διάλυμα B: Διαλύουμε 0,528gr ασκορβικό οξύ σε 100ml διαλύματος A (διατηρείται μόνο για 24 h).
- Δείκτης p-νιτροφαινόλη: Διαλύουμε 0,25gr p-νιτροφαινόλη σε 100ml απεσταγμένο νερό.
- α) Stock I (1mgP/ml): Ζυγίζουμε 1,099gr KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (105°C για 1 ώρα) και τα διαλύουμε σε 250ml απεσταγμένο νερό. Προσθέτουμε 4ml πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και διατηρώ στο ψυγείο σε σκούρα φιάλη.

β) Stock II (100μgrP/ml): Παίρνω 10ml από το Stock I σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και συμπληρώνω με νερό μέχρι τη χαραγή.

γ) Πρότυπο διάλυμα P (1μgrP/ml): Παίρνω 5ml από το Stock II σε ογκομετρική φιάλη των 500ml και συμπληρώνω με νερό μέχρι τη χαραγή.

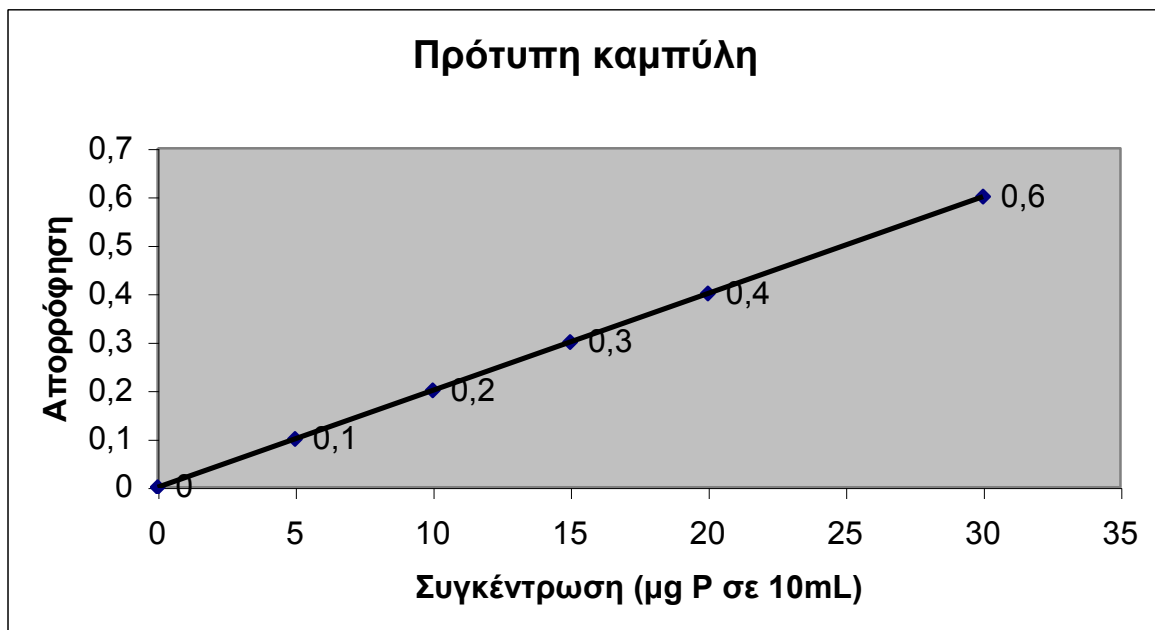
#### Βαθμονόμηση Φασματοφωτόμετρου - Κατασκευή της καμπύλης

Κατ'αρχήν λαμβάνονται 10ml από το εκχυλιστικό διάλυμα  $\text{NaHCO}_3$  0,5N (pH=8,5) σε ποτήρι ζέσεως των 50ml. Προσθέτουμε μια σταγόνα δείκτη p-νιτροφαινόλη και το διάλυμα αποκτά κίτρινο χρώμα. Στη συνέχεια προσθέτουμε με προχοΐδα διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N και ταυτόχρονα μετράμε το pH του διαλύματος. Συνεχίζουμε τη προσθήκη του οξέος μέχρι το pH να πάρει την τιμή 5 οπότε και παρατηρείται αποχρωματισμός του διαλύματος. Σημειώνουμε πόσα ml οξέος απαιτήθηκαν για την οξίνιση του διαλύματος.

Σε 6 ογκομετρικές φιάλες των 50ml μεταφέρουμε με σιφόνιο 10ml από το εκχυλιστικό διάλυμα και αντίστοιχα 0, 5, 10, 15, 20 και 30ml διαλύματος standard και κατόπιν προσθέτουμε την ίδια ποσότητα διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N που σημειώσαμε, οπότε το pH του κάθε διαλύματος θα ισούται με 5. Προσθέτουμε απεσταγμένο νερό και το διάλυμα αφήνεται για 30 λεπτά. Στη συνέχεια προσθέτω σε κάθε φιάλη 8ml αντιδραστήριο B, συμπληρώνω μέχρι τη χαραγή με νερό, πωματίζω και ανακινώ. Μετά από παραμονή 45min μετράμε την απορρόφηση στο φασματοφωτόμετρο στα 720nm ή 880nm με κυψελίδα 1cm και συμπληρώνω τη τελευταία στήλη του πίνακα που ακολουθεί.

Standard	μgr P ανά 50ml	ppm P (μgr/ml)	ABS
0	0	0	
1	5	0,1	
2	10	0,2	
3	15	0,3	
4	20	0,4	
5	30	0,6	

Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με το Standard 0 δηλαδή με το ‘τυφλό’, ενώ τα υπόλοιπα πρότυπα μετριοούνται με τη αύξουσα σειρά τους. Μετά από κάθε μέτρηση απορρόφησης προτύπου το όργανο μηδενίζεται εκ νέου με το ‘τυφλό’. Τέλος, με τις δύο τελευταίες στήλες του πίνακα κατασκευάζω καμπύλη συγκέντρωσης-απορρόφησης βάση της οποίας θα υπολογίσω τη συγκέντρωση του P στα υπό μελέτη εδαφικά δείγματα



*Εικόνα 2.6. Ενδεικτική καμπύλη βαθμονόμησης του φασματοφωτομέτρου για το φώσφορο.*

#### Εκχύλιση

Παράλληλα με τη κατασκευή της καμπύλης πραγματοποιείται και η διαδικασία της εκχύλισης. Ζυγίζουμε 5,0gr αεροξηραθέντος εδαφικού δείγματος και μαζί με 100ml διαλύματος  $\text{NaHCO}_3$  0,5N (pH=8,5) τοποθετούνται σε φιάλη ανακίνησης, οπότε και ανακινούμε για 30min. Διηθούμε το εκχύλισμα με ηθμό Whatman nr40. Εάν δεν έχουμε διαυγές διήθημα προσθέτουμε 1gr ενεργού άνθρακα, ανακινούμε αμέσως και επαναδιηθούμε (κυρίως σε οργανικά εδάφη).

Από το διήθημα λαμβάνουμε 10ml σε ογκομετρική φιάλη των 50ml. Προσθέτω λίγο απιονισμένο νερό. Μετά στη φιάλη προστίθεται διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N σε ποσότητα

ίση με αυτή που υπολογίσαμε παραπάνω και το διάλυμα αφήνεται 30 λεπτά. Στη συνέχεια προσθέτω 8ml αντιδραστήριο B, συμπληρώνω μέχρι τη χαραγή με νερό, πωματίζω και ανακινώ. Μετά από παραμονή 45min μετράμε την απορρόφηση στο φασματοφωτόμετρο στα 720nm ή 880nm με κυψελίδα 1cm. Οι μετρήσεις της απορρόφησης μέσω της καμπύλης που κατασκευάσαμε μας δίνουν μια τιμή συγκέντρωσης P. Αυτή η τιμή πολλαπλασιασμένη επί 100 (συντελεστής αραιώσης) μας δίνει την τελική τιμή του P κατά Olsen σε  $\mu\text{g}/\text{g}$  εδάφους.

#### ✓ Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό του διαθέσιμου καλίου. Όλες οι χημικές μέθοδοι χρησιμοποιούν εκχυλιστικά διαλύματα τα οποία εκχυλίζουν το ανταλλάξιμο  $\text{K}^+$  και το  $\text{K}^+$  του εδαφικού διαλύματος μαζί με ποσότητες ανταλλαξιμού  $\text{K}^+$  που αποδεσμεύεται με αργούς ρυθμούς. Η μέθοδος που περιγράφεται, χρησιμοποιείται για αναλύσεις ρουτίνας με διάλυμα 1 M  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  ( $\text{pH}=7$ ).

#### Αντιδραστήρια και όργανα

*Διάλυμα οξικού αμμωνίου, 1M.* Με αποσταγμένο ύδωρ αραιώνονται 230 ml παγετώδους οξικού οξέος μέχρι όγκου 1L. Διάλυμα αμμωνίας (περίπου 35%  $\text{m}\cdot\text{m}^{-1}$   $\text{NH}_3$ ) όγκου 220 ml αραιώνεται με αποσταγμένο ύδωρ μέχρι όγκου 1L. Τα δύο διαλύματα αναμιγνύονται μαζί και το pH ρυθμίζεται στην τιμή 7, με οξικό οξύ ή με αμμωνία. Στη συνέχεια γίνεται αραιώση μέχρι όγκου 4L.

*Πρότυπα διαλύματα καλίου, 0-10  $\mu\text{g K}^+ \text{mL}^{-1}$ .* Τα διαλύματα παρασκευάζονται από το πρότυπο διάλυμα 1  $\text{mg K}^+ \text{mL}^{-1}$  το οποίο διατίθεται στο εμπόριο και παρασκευάζεται ως εξής. Το νιτρικό κάλιο,  $\text{KNO}_3$ , ξηραίνεται στους 105°C για μια ώρα και στη συνέχεια αφήνεται σε κοινό ξηραντήρα για να ψυχθεί. Σε ένα ποτήριο ζέσεως διαλύονται με αποσταγμένο ύδωρ 1,293 g ξηρού  $\text{KNO}_3$ . Αν το διάλυμα αυτό παραμείνει ως έχει και αποθηκευθεί για μερικές ημέρες τότε προστίθεται 1 ml (πυκνότητας 36%  $\text{m}/\text{m HCl}$ ) ως συντηρητικό.



Το διάλυμα αυτό μεταφέρεται σε μια ογκομετρική φιάλη των 500 ml το δε ποτήριο ζέσεως ξεπλένεται σχολαστικά με οξικό αμμώνιο και το περιεχόμενο μεταφέρεται στην ογκομετρική φιάλη και στη συνέχεια το διάλυμα αραιώνεται με αποσταγμένο ύδωρ μέχρι τη χαραγή. Με σιφόνιο μεταφέρονται 10 ml από το διάλυμα αυτό σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και αραιώνεται με οξικό αμμώνιο μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Το διάλυμα αυτό περιέχει  $100 \mu\text{g K}^+ \text{mL}^{-1}$ . Από το διάλυμα αυτό με σιφόνιο μεταφέρονται 0, 2, 4, 6, 8 και 10 ml σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml τα οποία αραιώνονται με οξικό αμμώνιο. Τα διαλύματα αυτά περιέχουν 0, 2, 4, 6, 8 και 10  $\mu\text{g K}^+ \text{mL}^{-1}$

### Μέθοδος

Σε ένα ποτήριο ζέσεως των 100 ml μεταφέρονται 5 g ( $\pm 0,01$ ) αεροξηραθέντος εδάφους (<2mm). Προστίθενται 20 ml διαλύματος 1 M  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  (pH=7), ανακινείται και αφήνεται για μια νύχτα. Το εδαφικό αιώρημα διηθείται με ηθμό Watman No.42 και το διήθημα συλλέγεται σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml.

Η κωνική φιάλη ξεπλένεται σχολαστικά με οξικό αμμώνιο. Για το σκοπό αυτό είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται υδροβολέας με οξικό αμμώνιο.

Το έδαφος που είναι στο χωνί ξεπλένεται διαδοχικά με 25 ml διαλύματος οξικού αμμωνίου αφήνοντας το διάλυμα να στραγγίζει μετά από κάθε προσθήκη διαλύματος οξικού αμμωνίου. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να συλλεχθεί διήθημα όγκου 250 ml. Στη συνέχεια προστίθεται διάλυμα οξικού αμμωνίου μέχρι τη χαραγή. Το εκχύλισμα αυτό χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται αν ως εκχυλιστικό διάλυμα χρησιμοποιηθεί 1 M  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Για τον προσδιορισμό της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων (C.E.C) ακολουθείται η εξής διαδικασία. Το χωνί με το έδαφος τοποθετείται σε ένα στήριγμα κατάλληλο για χωνί υπεράνω από υάλινο ποτήριο ζέσεως. Το εσωτερικό του χωνιού ξεπλένεται μαζί με το έδαφος 5 φορές με 25 ml αιθανόλης την κάθε φορά αφήνοντας αρκετό χρόνο για να στραγγίσει ικανοποιητικά το έδαφος. Τα ξεπλύματα αποχύνονται. Η διαδικασία αυτή έχει ως σκοπό την απομάκρυνση του οξικού αμμωνίου από το έδαφος. Στη συνέχεια το χωνί τοποθετείται υπεράνω

ογκομετρικής φιάλης όγκου 100 ml. Το έδαφος ξεπλένεται διαδοχικά με 25 ml διαλύματος KCl αφήνοντας κάθε φορά να στραγγίσει το διάλυμα. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι όγκου 100 mL και μέχρι τη χαραγή προστίθεται διάλυμα KCl 1M. Στο διάλυμα αυτό προσδιορίζεται η C.E.C.

### **Φλογοφωτόμετρο**

Διάλυμα που περιέχει  $K^+$  ψεκάζεται σε υγραέριο. Στη φλόγα τα ιόντα του καλίου μετατρέπονται σε άτομα.

Τα ηλεκτρόνια του ατόμου του καλίου ευρισκόμενα κανονικά σε κατάσταση ελάχιστης ενέργειας, τη θεμελιώδη κατάσταση, απορροφούν ενέργεια από τη φλόγα του φλογοφωτομέτρου και μεταπηδούν σε τροχιές υψηλότερης ενέργειας "διεγερμένες καταστάσεις". Οι διεγερμένες καταστάσεις είναι ασταθείς και τα ηλεκτρόνια επανέρχονται αμέσως σε χαμηλότερες ενεργειακές καταστάσεις (τροχιές), η δε ενέργεια, η οποία αντιστοιχεί στη διαφορά των δύο καταστάσεων ελευθερώνεται με τη μορφή ακτινοβολίας. Κάθε γραμμή ενός ατομικού φάσματος αντιστοιχεί στη διαφορά μεταξύ δύο ενεργειακών καταστάσεων ενός ηλεκτρονίου. Έτσι, ο αριθμός γραμμών στα ατομικά φάσματα αποτελεί στοιχείο ενδεικτικό του συνολικού αριθμού των πιθανών ενεργειακών καταστάσεων.

Τα φάσματα απορρόφησης ή εκπομπής αποτελούν χαρακτηριστικές ιδιότητες όλων των στοιχείων και μπορούν να χρησιμεύσουν στην ανίχνευση τους.

Η ποσότητα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας εξαρτάται από τις συνθήκες της φλόγας του φλογοφωτομέτρου και από το ρυθμό κατά τον οποίο το  $K^+$  εισέρχεται στη φλόγα.

Επομένως για σταθερό περιβάλλον του φλογοφωτομέτρου και για ομοιόμορφη ροή, η εκπεμπόμενη ακτινοβολία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του  $K^+$  στο διάλυμα. Η ακτινοβολία αυτή επιλέγεται από την εκπομπή και άλλων στοιχείων με τη βοήθεια εγχρώμου υάλινου φίλτρου με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η μέτρηση φωτοηλεκτρικού κυττάρου και αμπερομέτρου. Μόνο ορισμένα στοιχεία

εκπέμπουν ικανοποιητική ακτινοβολία για να καταστεί η μέτρηση αυτής με αυτόν τον τρόπο ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Li^+$ ).

Για τα στοιχεία αυτά η μέθοδος είναι απλή και ευαίσθητη κατά τη λειτουργία του φλογοφωτομέτρου.

### **Βαθμονόμηση**

Ακολουθώντας τις οδηγίες χρήσης του εργοστασίου κατασκευής του φλογοφωτομέτρου και με το φίλτρο  $K^+$  τοποθετείται το αμπερόμετρο στο μηδέν με το πρότυπο  $K^+$  με συγκέντρωση μηδέν και με το πρότυπο  $10 \mu\text{g}, K^+ \text{ mL}^{-1}$  τοποθετείται το αμπερόμετρο στη μέγιστη κλίμακα εκτροπής. Σημειώνονται οι ενδείξεις του αμπερομέτρου για όλα τα πρότυπα διαλύματα  $K^+$  από 0 μέχρι  $10 \mu\text{g} K^+ \text{ mL}^{-1}$ . Ελέγχεται η σταθερότητα του οργάνου με το πρότυπο διάλυμα καλίου συγκέντρωσης μηδέν και με το μέγιστο πρότυπο διάλυμα των  $10 \mu\text{g} K^+ \text{ mL}^{-1}$ . Στη συνέχεια σχεδιάζεται η πρότυπη καμπύλη συγκέντρωσης/σημείωσης οργάνου.

### **Μέτρηση**

Μετά τη βαθμονόμηση εισάγεται το άγνωστο εκχύλισμα και σημειώνεται η ένδειξη του οργάνου. Αν η ένδειξη είναι εκτός κλίμακας τότε το δείγμα αραιώνεται. Με βάση την καμπύλη που έχει κατασκευαστεί κατά τη βαθμονόμηση του οργάνου, αντιστοιχίζεται η ένδειξη του οργάνου για το άγνωστο εκχύλισμα, με τη συγκέντρωση ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ).

✓ **Μέθοδος προσδιορισμού ολικού αζώτου (KJELDAHL)**

**Αρχή της μεθόδου**

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη διαδικασία της υγρής καύσης-πέψης του αζώτου του εδάφους και τη μετατροπή του σε αμμώνιο ( $\text{NH}_4^+$ ) με την κατεργασία πυκνού  $\text{H}_2\text{SO}_4$  σε υψηλές θερμοκρασίες. Η παραγόμενη  $\text{NH}_3$  με απόσταξη προσδιορίζεται με τιτλοδότηση  $\text{HCl}$  μετά τη δέσμευση της με βορικό οξύ.

**Αντιδραστήρια και όργανα**

- Διάλυμα  $\text{NaOH}$  40% (W/V) : Διαλύονται 400gr στερεού  $\text{NaOH}$  σε ένα λίτρο απεσταγμένου ύδατος με συνεχή ανάδευση. Η αντίδραση είναι εξώθερμη, με αποτέλεσμα την παραγωγή ενέργειας. Για το λόγο πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας.
- Διάλυμα πυκνού  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (περίπου 98% W/V).
- Διάλυμα  $\text{HCl}$ , 0,1 M : 8,28ml  $\text{HCl}$  από το εμπόριο διαλύονται σε 1 λίτρο απεσταγμένου ύδατος.
- Δείκτης methyl-red : Διαλύονται 100mg methyl-red σε 100ml αιθανόλης 99% (W/V).
- Δείκτης bromocresol-green : Διαλύονται 100mg bromocresol-green σε 100ml αιθανόλης 99% (W/V).
- Καταλύτης Kjeldahl : Ταμπλέτες σεληνίου (Se).
- Διαλύονται με βρασμό 40gr βορικού οξέος σε 1000ml απεσταγμένου ύδατος.

### **Υγρή καύση – Πέψη**

Δείγμα εδάφους 0,3gr (<2mm) τοποθετείται στον ειδικό σωλήνα πέψης (Kjeldahl) της υγρής καύσης μαζί με μια ταμπλέτα σεληνίου. Προστίθενται 7ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και ακολουθεί προσεκτική ανάδευση. Οι σωλήνες πέψης τοποθετούνται στο σύστημα απαγωγής και ακολουθεί έντονη καύση με μέγιστη ροή αέρα. Το σύστημα απαγωγής μεταφέρεται μαζί με τους σωλήνες στην προθερμασμένη συσκευή. Ύστερα από 3-4 λεπτά πέψης με τη μέγιστη ροή απαγωγής, ελέγχεται η καύση με τη ρύθμιση της απαγωγής με τρόπο ώστε να περιέχονται ελάχιστοι καπνοί από την καύση του δείγματος. Μετά από άλλα 20-45 λεπτά υγρής καύσης, αφαιρείται το σύστημα απαγωγής και οι σωλήνες ψύχονται σε ειδική βάση κοντά στη συσκευή πέψης. Αφού ψυχθούν, προστίθενται 75ml χλιαρό απεσταγμένο νερό και αναδεύεται το περιεχόμενο.

### **Απόσταξη**

Αφού προστεθούν 25ml βορικού οξέος, ρυθμίζεται η συσκευή απόσταξης. Η συσκευή είναι εφοδιασμένη με NaOH 40% και απεσταγμένο νερό, που διοχετεύονται με ειδικές μαγνητικές αντλίες. Το πρόγραμμα που περιέχει, ρυθμίζει τις ποσότητες τους καθώς και το χρόνο απόσταξης και ατμού. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για το τυφλό (λευκό) δείγμα.

### **Τιτλοδότηση**

Το απόσταγμα τιτλοδοτείται με διάλυμα HCl 0,1M στη συσκευή τιτλοδότησης. Ξεκινά η ογκομέτρηση η οποία αρχίζει με το τυφλό δείγμα και ακολουθεί η ίδια διαδικασία και για τα υπόλοιπα.

### Υπολογισμοί

Η ποσότητα του ολικού αζώτου (%) υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο :

$$N = ( 14,01 \times \text{ml HCl για την ογκομέτρηση του δείγματος} - 0,1 \times \text{ml HCl για την ογκομέτρηση του τυφλού} ) / \text{gr δείγματος} \times 10$$

( Page, A. , Miller, R. and Keeney, R. )

### ✓ Φυλλοδιαγνωστική

Τα φύλλα αφού επιλέχθηκαν από τα δέντρα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας για το προσδιορισμό της περιεκτικότητας αζώτου, φωσφόρου και καλίου. Τα φύλλα πλύθηκαν με αραιό διάλυμα HCl ξεπλύθηκαν καλά και τοποθετήθηκαν σε πυριαντήριο στους 65 °C για 2 ώρες. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε ειδικό μύλο όπου λειοτριβήθηκαν. Ένα γραμμάριο του λειοτριμμένου δείγματος



τοποθετήθηκε σε κάψα πορσελάνης και τοποθετήθηκε στο φούρνο στους 520° C για 2 ώρες. Μετά το πέρας των 2 ωρών η κάψα απομακρύνθηκε από το φούρνο και αφού τοποθετήθηκε σ' αυτήν 10ml διαλύματος HCl 2N, τοποθετήθηκαν σε συσκευή βρασμού για 10 λεπτά.

Ακολούθησε διήθηση του περιεχομένου της κάψας και συλλογή του διηθήματος σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml. Ο ηθμός επαναπροστέθηκε στη κάψα, και η κάψα τοποθετήθηκε στο πυριαντήριο στους 100° C για 2 ώρες και κατόπιν στο φούρνο στους 520° C για 2 ώρες. Μετά το πέρας των 2 ωρών η κάψα

απομακρύνθηκε από το φούρνο και αφού προστέθηκαν σ' αυτή 10 ml HCl 2N τοποθετήθηκε σε συσκευή βρασμού για 10 λεπτά . Ακολούθησε διήθηση του περιεχομένου της κάψας και συλλογή του διηθήματος στην ίδια ογκομετρική φιάλη των 50ml.

Ακολούθησε ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του φωσφόρου στο διήθημα με τη μέθοδο Olsen, του αζώτου με τη μέθοδο Kjeldahl και του καλίου με το φλωγοφωτόμετρο.

### ✓ Μετρήσεις χαρακτηριστικών των καρπών

Στο εργαστήριο μετρήθηκαν και αναλύθηκαν τα εξής:

- Βάρος καρπού ανά καρπό
- Διάμετρος καρπού ανά καρπό
- Βάρος φλοιού ανά καρπό
- Πάχος φλοιού ανά καρπό

Από τα ανωτέρω μπορούμε να υπολογίσουμε τα βάρους του εδώδιμου μέρους, τη διάμετρο του εδώδιμου μέρους και το ποσοστό του εδώδιμου.

Ακολούθησε σε κάθε καρπό διαχωρισμός από τον ισημερινό των καρπών τριών επαναλήψεων με τμήματα φλοιού.

Επίσης σε τρεις επαναλήψεις των 2 ή 3 καρπών ανά χωράφι και 2 εσωτερικές επαναλήψεις ανά επανάληψη έγιναν μετρήσεις διαλυτών στερεών συστατικών (διαθλασίμετρο ATAGO PAL-1) και εκχύμωση τμημάτων καρπών με σκορδοστύφτη και μετρήσεις οξύτητας με τιτλοδότηση με 0,1 N NaOH και πεχάμετρο.

Καταγράφηκαν το pH και τα mL του NaOH που χρειάστηκαν να εξουδετερώσουν τα οξέα 2 mL χυμού, ο οποίος πριν τη τιτλοδότηση αραιώθηκε με 18 mL νερού (1:10 αραιώση).





## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον πίνακα 1 παριστάνονται οι μέσοι όροι, το εύρος και η τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης αζώτου, φωσφόρου και καλίου στα τρία βάθη. (0-30 cm, 30-60 cm και 60-90 cm).

	Μέσος Όρος	Εύρος	Τυπική Απόκλιση
N 0-30 cm (ppm x10)	89,28	142-55	23,09
N 30-60 cm (ppm x10)	68,68	109-42	17,76
N 60-90 cm (ppm x10)	62,43	99-38	16,15
P 0-30 cm (ppm)	7,94	11-2	2,46
P 30-60 cm (ppm)	6,96	9,6-1,7	2,15
P 60-90 cm (ppm)	6,33	8,7-1,5	1,96
K 0-30 cm (ppm)	28,07	44-17	6,98
K 30-60 cm (ppm)	23,39	36,3-14,1	5,82
K 60-90 cm (ppm)	21,26	33,3-12,8	5,29

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικά στοιχεία αζώτου, φωσφόρου και καλίου στο έδαφος σε τρία βάθη

Από τον πίνακα 1 φαίνεται πως όσο αυξάνει το βάθος, η συγκέντρωση αζώτου, φωσφόρου και καλίου μειώνεται στο έδαφος. Επίσης όλες οι συγκεντρώσεις των στοιχείων είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια, τα οποία αναφέρονται στο βιβλίο των Βασιλακάκη και Θεριού 1996.

Στον πίνακα 2 παριστάνονται οι μέσοι όροι, το εύρος και η τυπική απόκλιση της % συγκέντρωσης αζώτου, φωσφόρου και καλίου στα φύλλα της πορτοκαλιάς.

	Μέσος Όρος	Εύρος	Τυπική Απόκλιση
N φύλλων (%)	1,23	1,5-0,96	0,14
P φύλλων (%)	0,5	1,1-0,13	0,2
K φύλλων (%)	0,96	1,9-0-66	0,29

Από τον πίνακα 2 φαίνεται πως οι συγκεντρώσεις αζώτου, φωσφόρου και καλίου στα φύλλα της πορτοκαλιάς βρίσκονται σε επάρκεια, ενώ η συγκέντρωση του καλίου είναι οριακή.

Στον πίνακα 3 παριστάνονται οι μέσοι όροι, το εύρος και η τυπική απόκλιση των διαλυτών στερεών συστατικών, της οξύτητας, του βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού και του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς.

	Μέσος Όρος (g)	Εύρος (g)	Τυπική Απόκλιση
ΔΣΣ	12,09	13,7-10,8	0,92
Οξύτητα	1,48	2,2-1,02	0,27
Βάρος εδώδιμου τμήματος καρπού (g)	75,4	91,1-61,4	8,85
Πάχος φλοιού (mm)	7,8	9,35-6,68	0,68
Βάρος ολόκληρου καρπού (g)	226,9	269,91-181,06	28,56

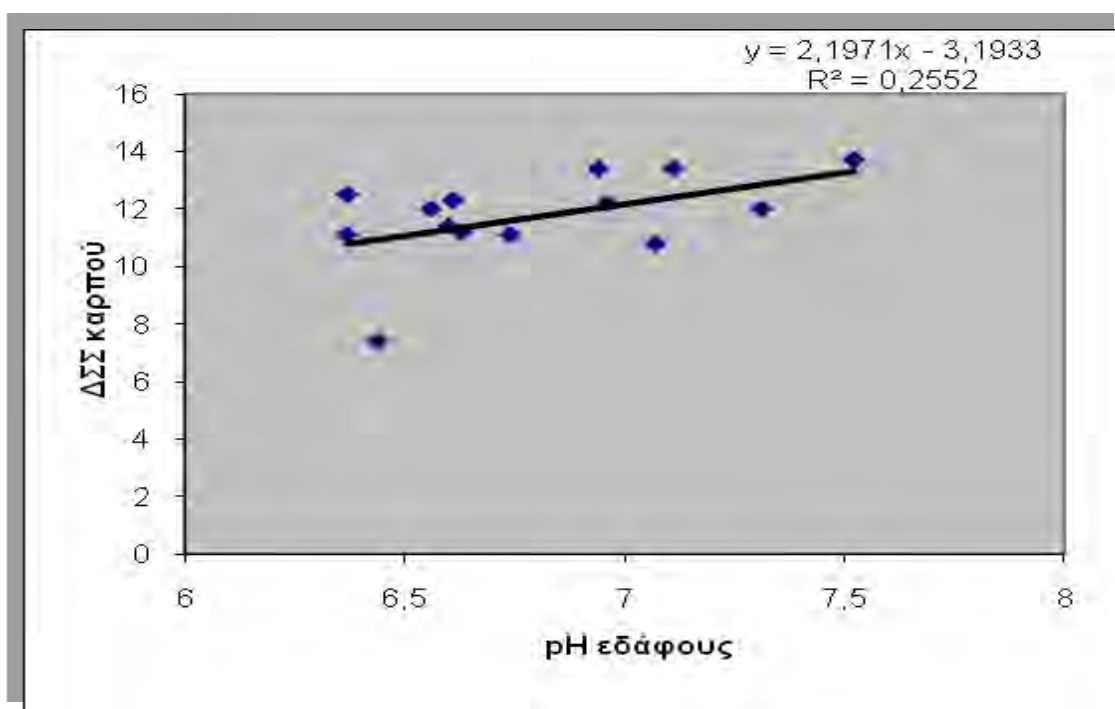
Στον πίνακα 4 παριστάνονται οι μέσοι όροι, το εύρος και η τυπική απόκλιση του pH, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, της οργανικής ουσίας και του CaCO<sub>3</sub> του εδάφους.

	Μέσος Όρος	Εύρος	Τυπική Απόκλιση
pH	6,8	7,52 – 6,37	0,35
E.C.	688,7	779 - 642	33,9
Οργανική ουσία	2,1	2,3 - 2	0,07
CaCO <sub>3</sub>	13,06	15,7 - 12	1,5

Από τον πίνακα 4 φαίνεται ότι το pH είναι εντός των απαιτήσεων της πορτοκαλιάς που χρειάζεται έδαφος με pH από 5-8,5. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους δείχνει ότι δεν υπάρχουν πολλά άλατα, η οργανική ουσία του εδάφους βρίσκεται μέσα στα όρια των ελληνικών εδαφών όπως και το CaCO<sub>3</sub>.

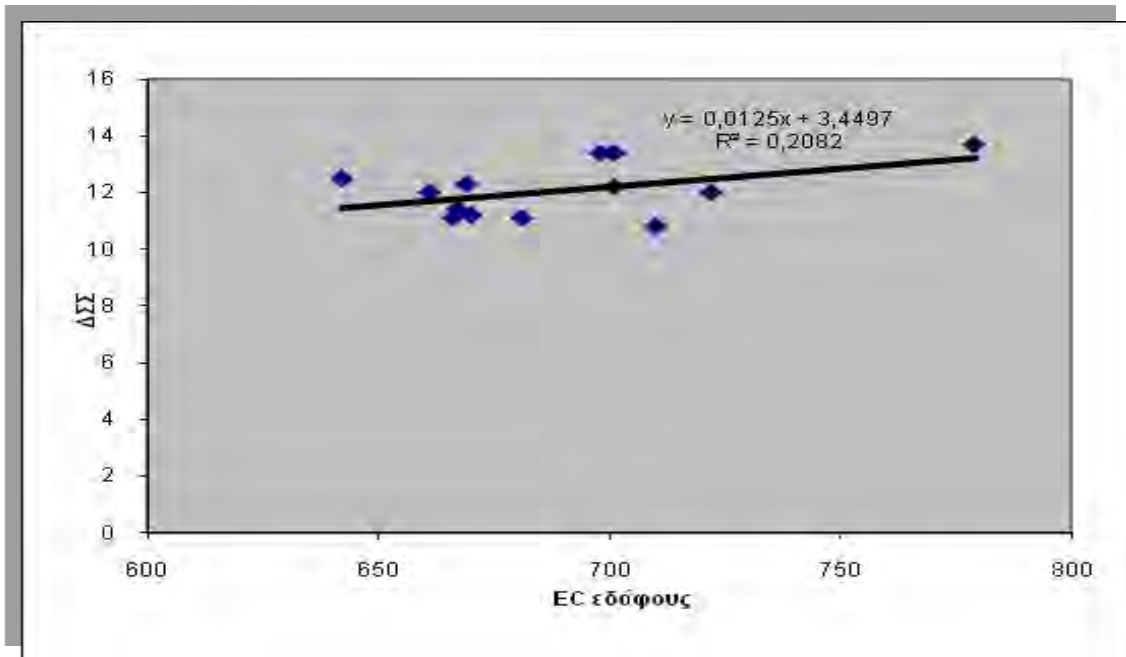
Τα δεδομένα των αναλύσεων εδάφους, φυτικών δειγμάτων καθώς και τα ποιότητα χαρακτηριστικά των καρπών τοποθετήθηκαν σε διαγράμματα και αξιολογήθηκαν.

Από το διάγραμμα 1 και την τιμή του συντελεστή ( $R^2$ ) συσχέτισης προκύπτει ότι το pH του εδάφους δεν συσχετίζεται με το διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



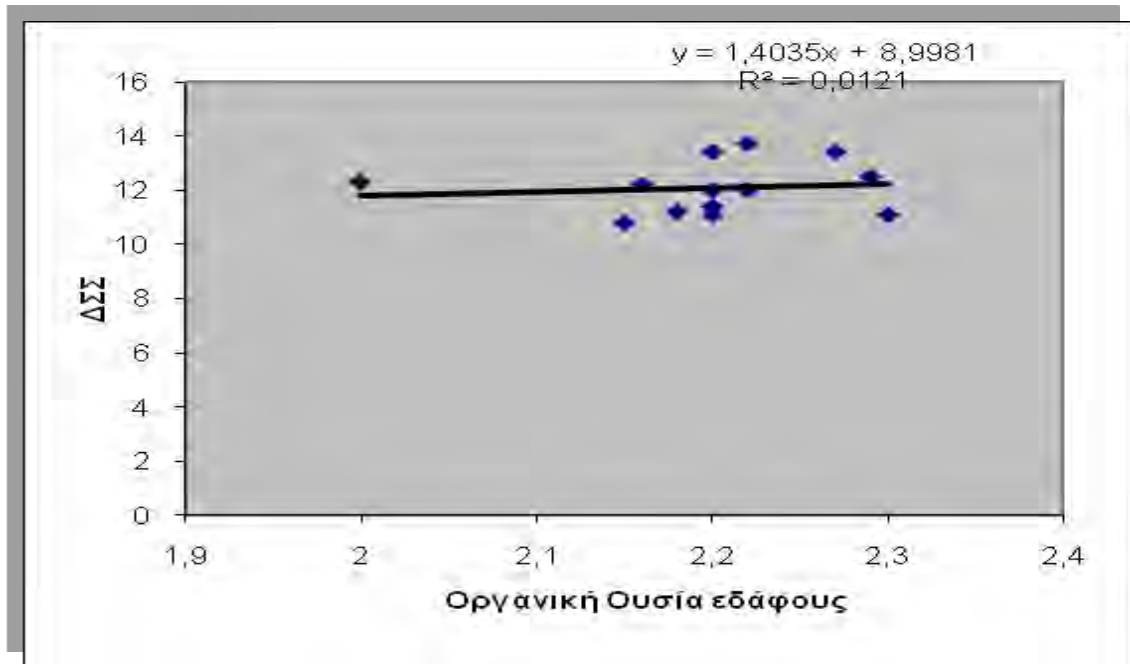
Διάγραμμα 1. Το pH του εδάφους σε σχέση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 2 και την τιμή του συντελεστή ( $R^2$ ) συσχέτισης προκύπτει ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους δεν συσχετίζεται με το διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



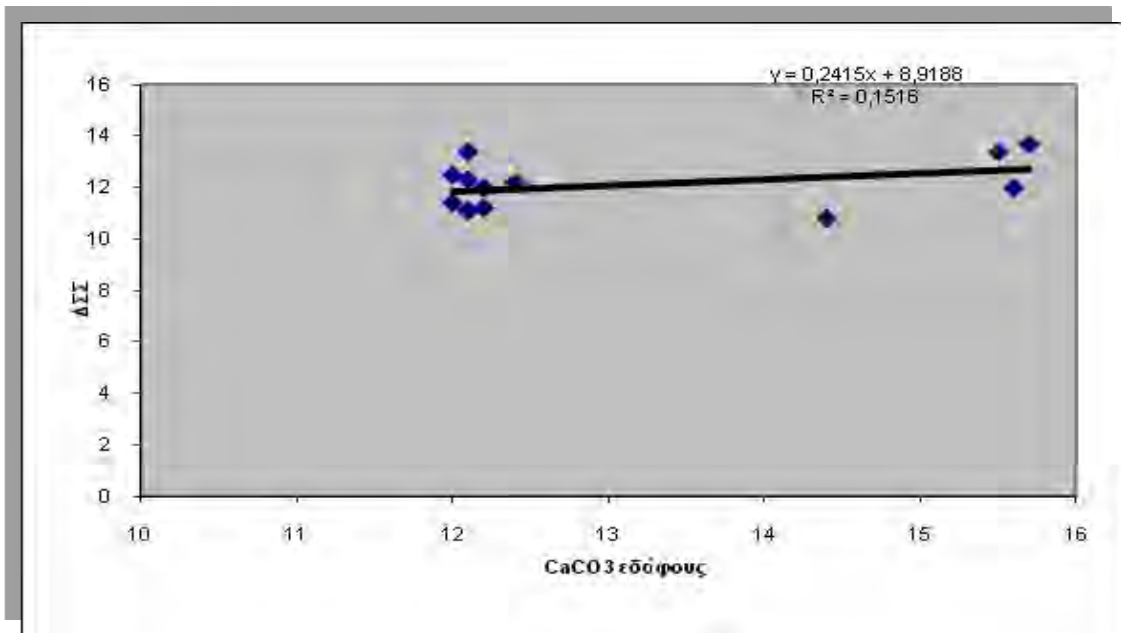
Διάγραμμα 2. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους σε σχέση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 3 και την τιμή του συντελεστή ( $R^2$ ) συσχέτισης προκύπτει ότι η οργανική ουσία του εδάφους δεν συσχετίζεται με το διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 3. Η οργανική ουσία του εδάφους σε σχέση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

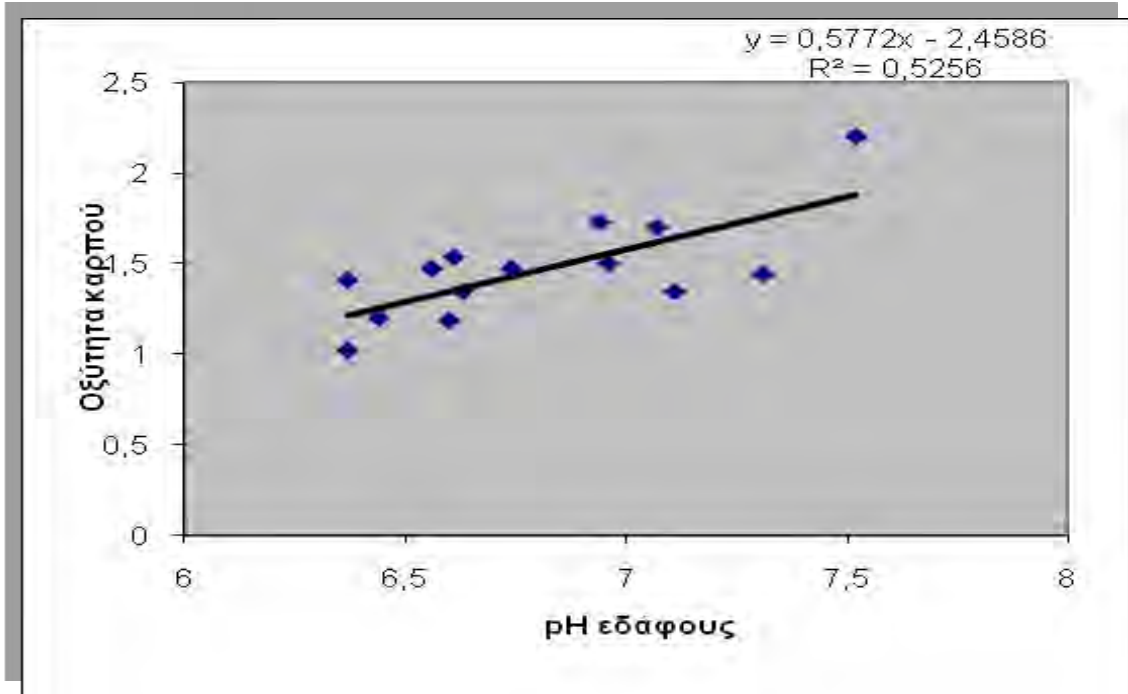
Από το διάγραμμα 4 και την τιμή του συντελεστή ( $R^2$ ) συσχέτισης προκύπτει ότι το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους δεν συσχετίζεται με το διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 4. Το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους σε σχέση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

Από τα διαγράμματα 1, 2, 3 και 4 τα οποία παριστάνουν τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την οργανική ουσία και το  $\text{CaCO}_3$  του εδάφους και της τιμής του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

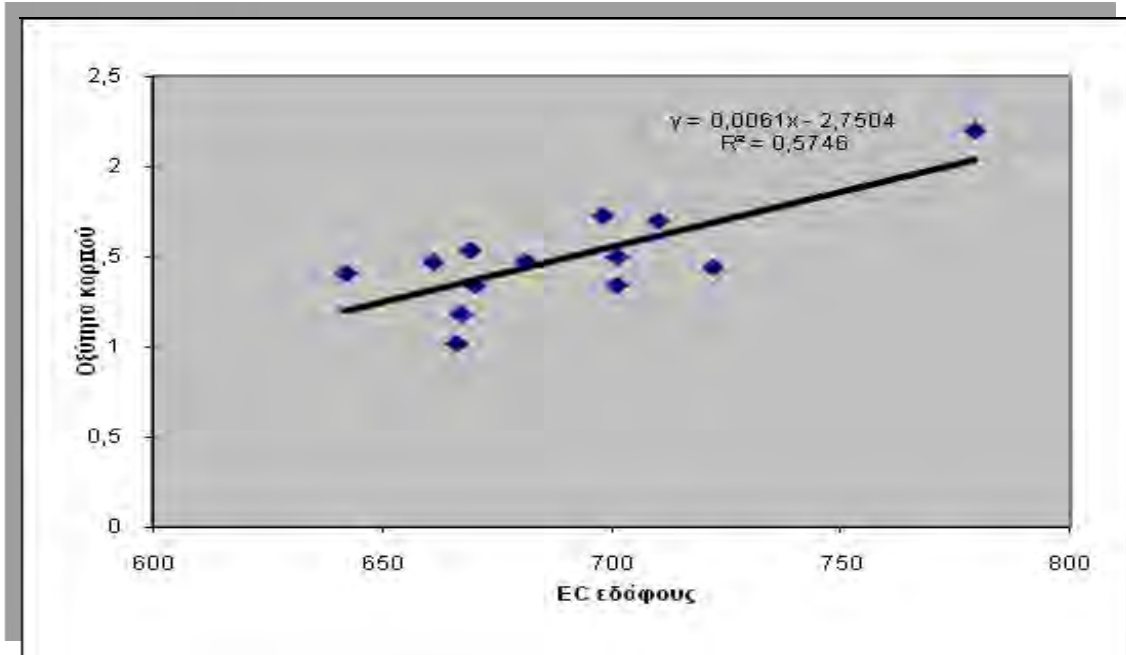
Από το διάγραμμα 5 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι το pH του εδάφους δεν συσχετίζεται με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 5. Το pH του εδάφους σε σχέση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

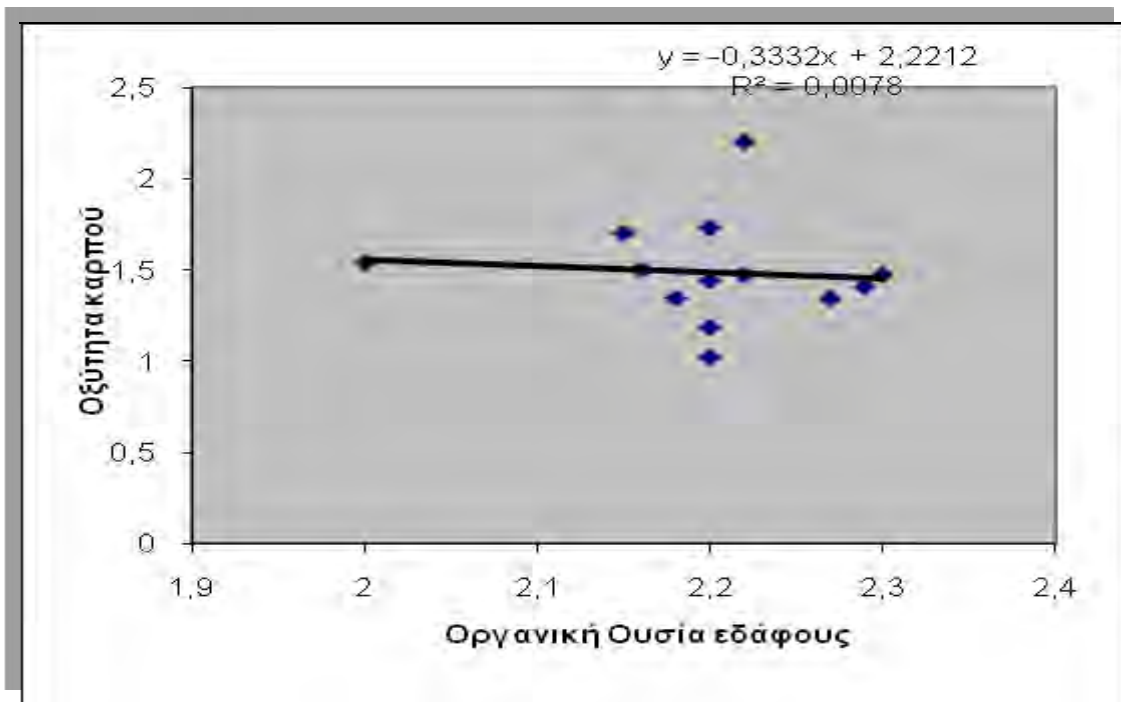


Από το διάγραμμα 6 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους τείνει να συσχετιστεί με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



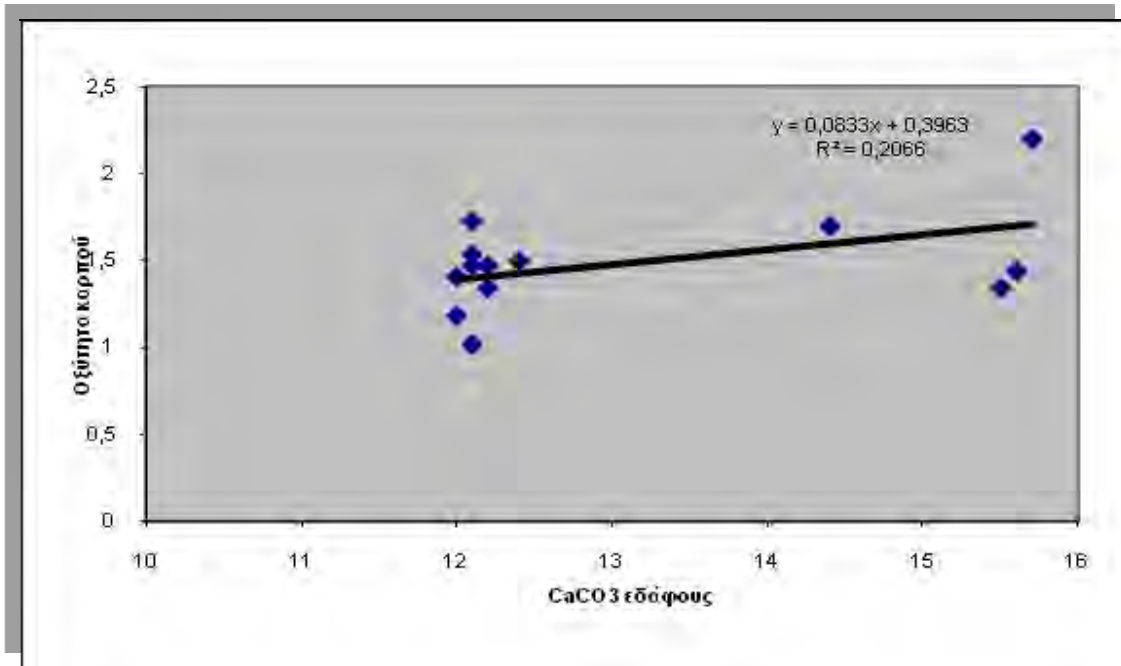
Διάγραμμα 6. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους σε σχέση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 7 και την τιμή του συντελεστή ( $R^2$ ) συσχέτισης προκύπτει ότι η οργανική ουσία του εδάφους δεν συσχετίζεται με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 7. Η οργανική ουσία του εδάφους σε σχέση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

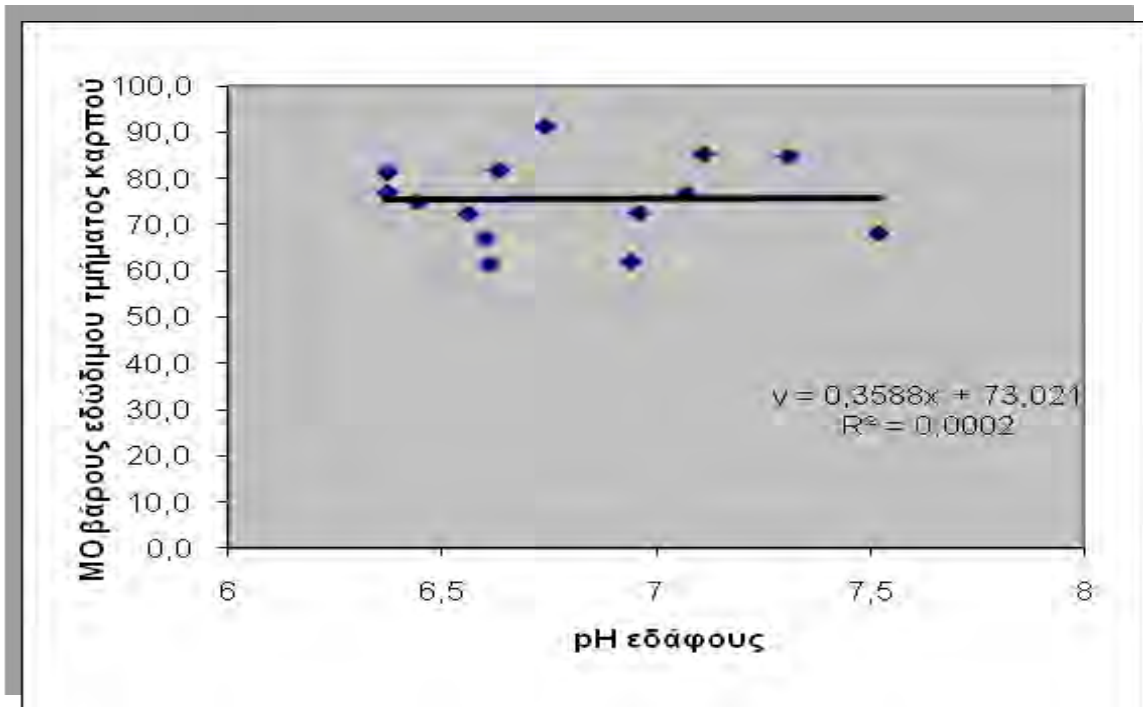
Από το διάγραμμα 8 και την τιμή του συντελεστή ( $R^2$ ) συσχέτισης προκύπτει ότι το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους δεν συσχετίζεται με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 8. Το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους σε σχέση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

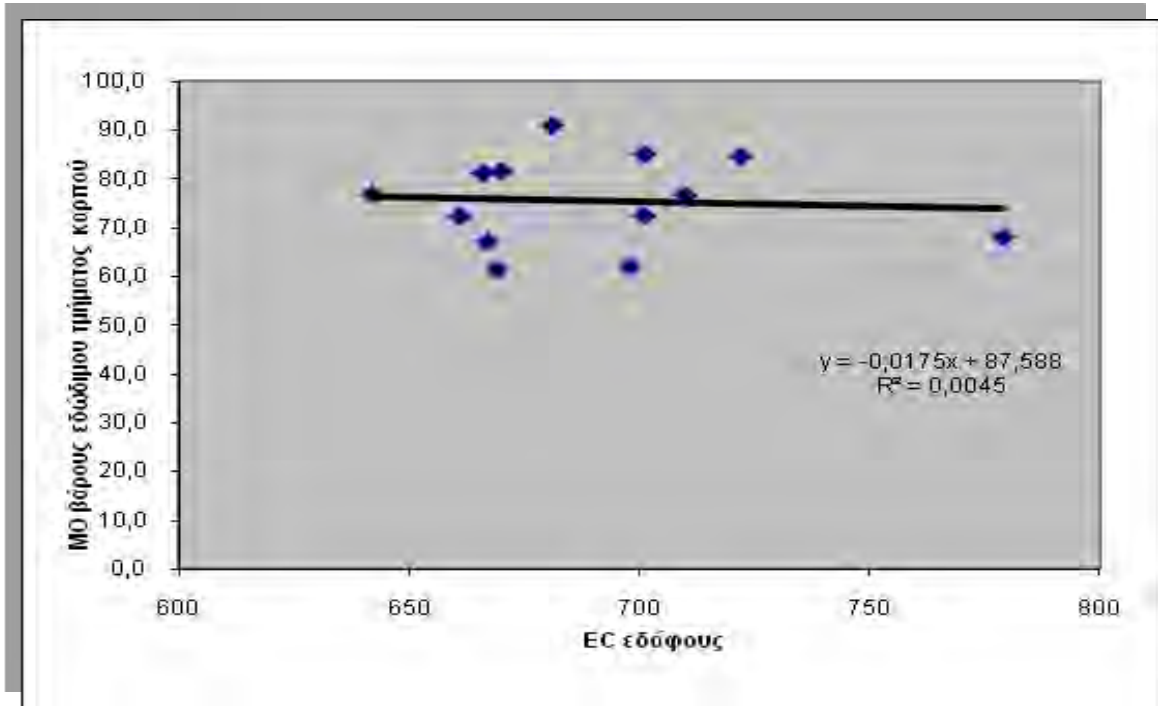
Από τα διαγράμματα 5, 6, 7 και 8 τα οποία παριστάνουν την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την οργανική ουσία και το  $\text{CaCO}_3$  του εδάφους και της τιμής του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους εκτός από τη περίπτωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας όπου τείνει να συσχετιστεί.

Από το διάγραμμα 9 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι το pH του εδάφους δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς.



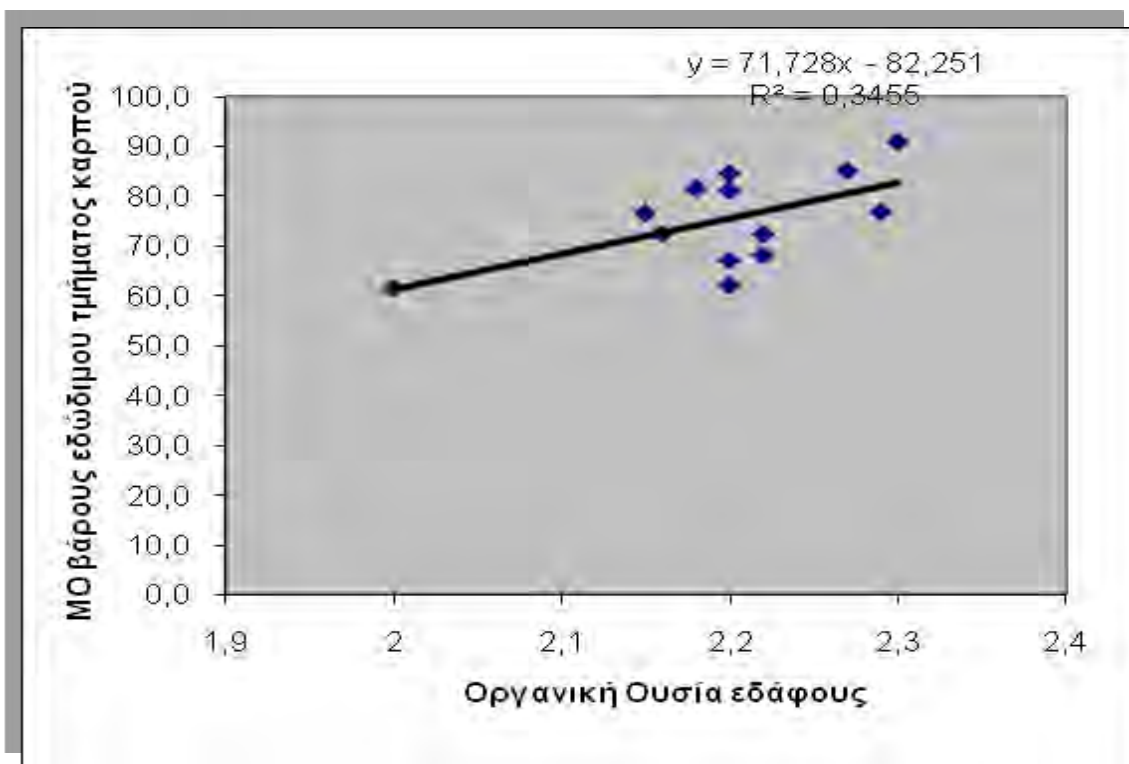
Διάγραμμα 9. Το pH του εδάφους σε σχέση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 10 και την τιμή του συντελεστή ( $R^2$ ) συσχέτισης προκύπτει ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του βάρους του εδάδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς.



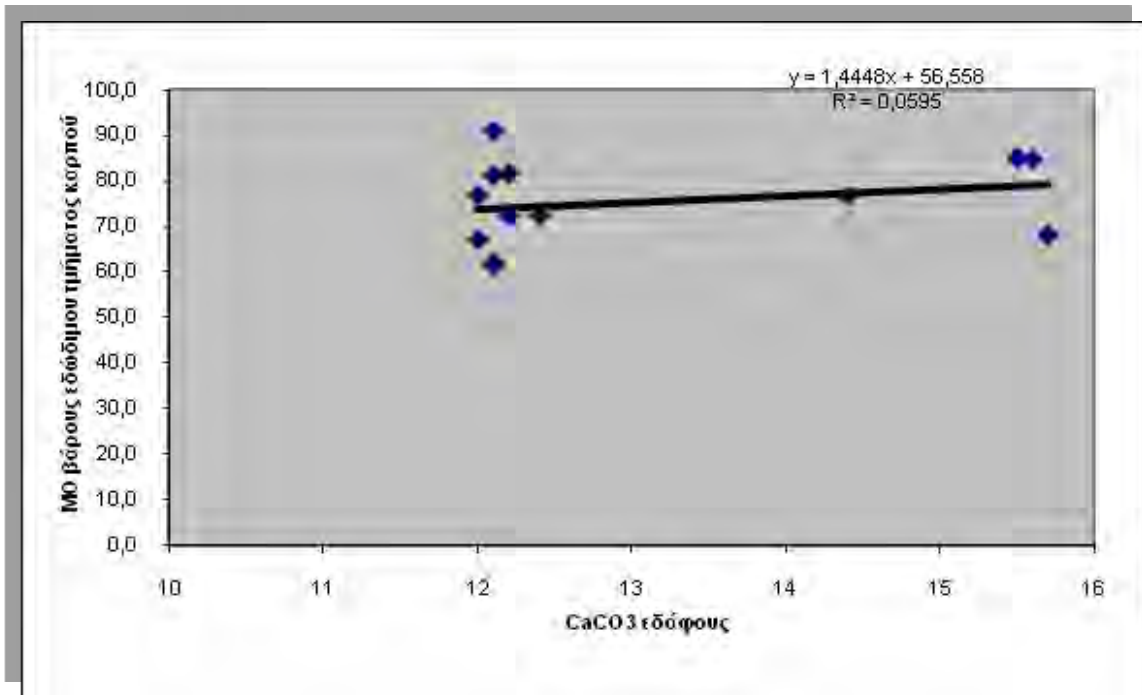
Διάγραμμα 10. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους σε σχέση με τον μέσο όρο του βάρους του εδάδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 11 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η οργανική ουσία του εδάφους δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 11. Η οργανική ουσία του εδάφους σε σχέση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς

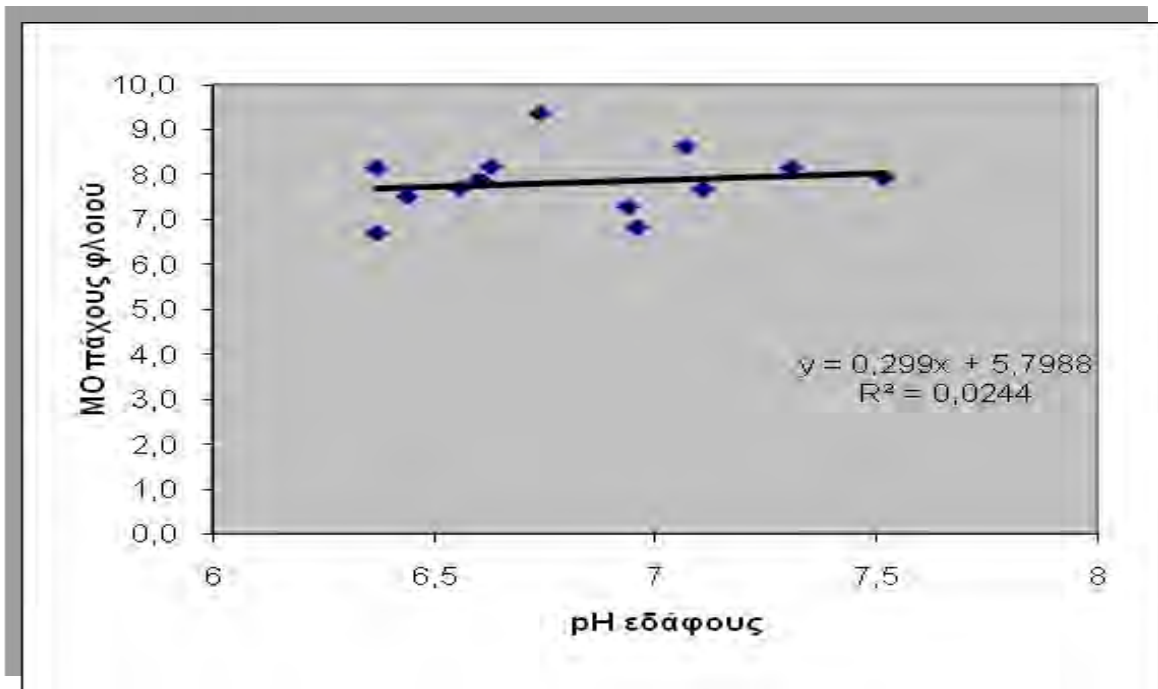
Από το διάγραμμα 12 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του βάρους του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 12. Το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους σε σχέση με τον μέσο όρο του βάρους του καρπού της πορτοκαλιάς

Από τα διαγράμματα 9, 10, 11 και 12 τα οποία παριστάνουν τον μέσο όρο βάρους του καρπού της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την οργανική ουσία και το CaCO<sub>3</sub> του εδάφους και της τιμής του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους εκτός από τη περίπτωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας όπου τείνει να συσχετιστεί.

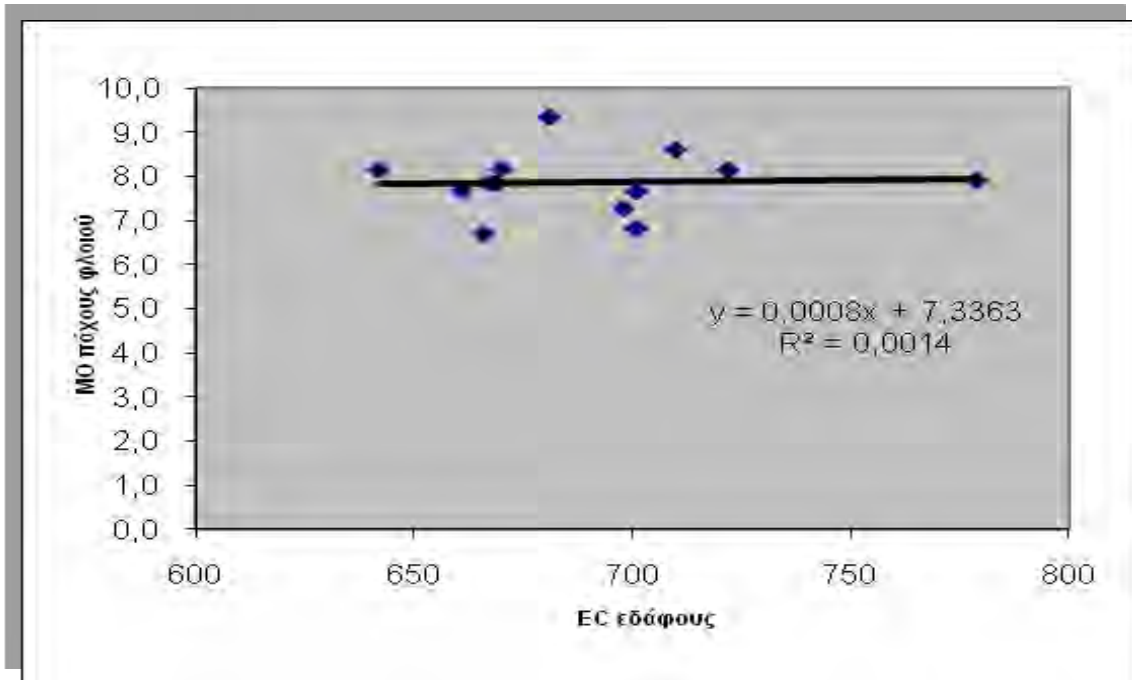
Από το διάγραμμα 13 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι το pH του εδάφους δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 13. Το pH του εδάφους σε σχέση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς

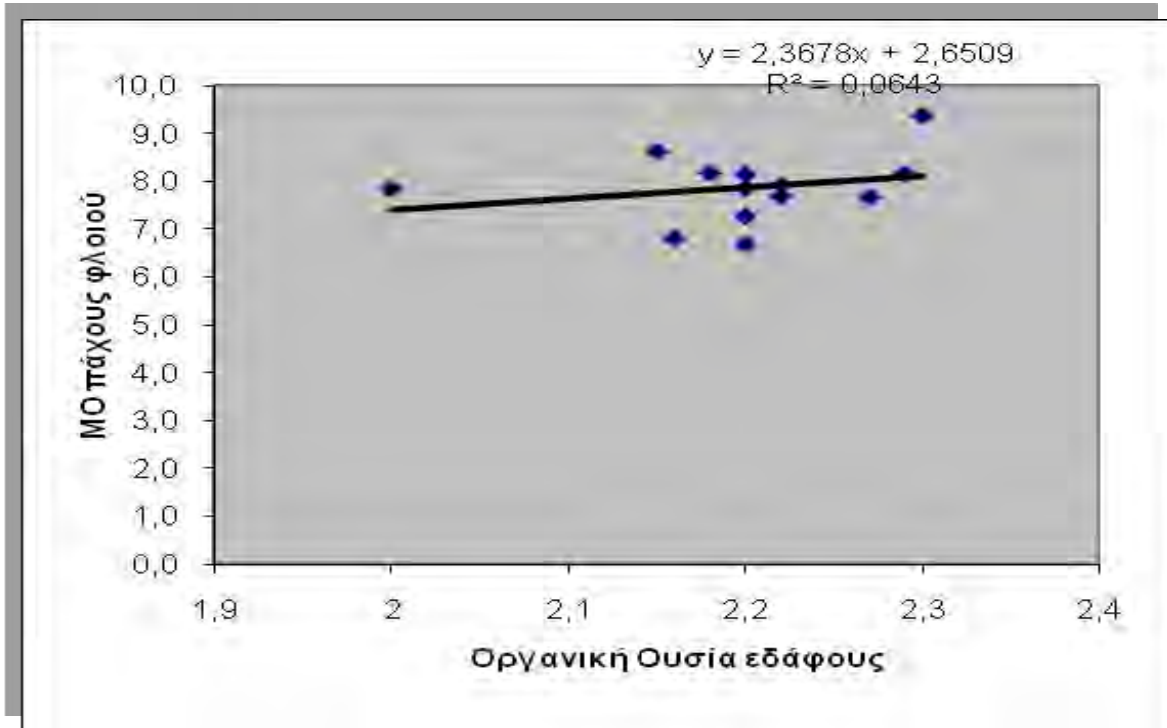


Από το διάγραμμα 14 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς.



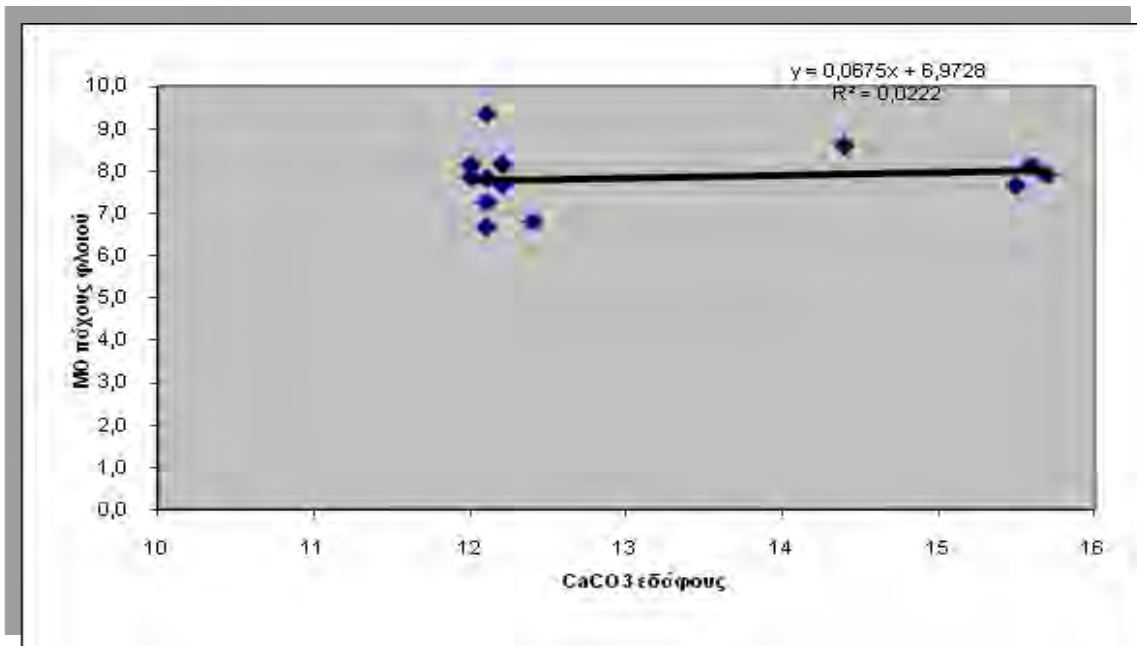
Διάγραμμα 14. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους σε σχέση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 15 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η οργανική ουσία του εδάφους δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 15. Η οργανική ουσία του εδάφους σε σχέση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς

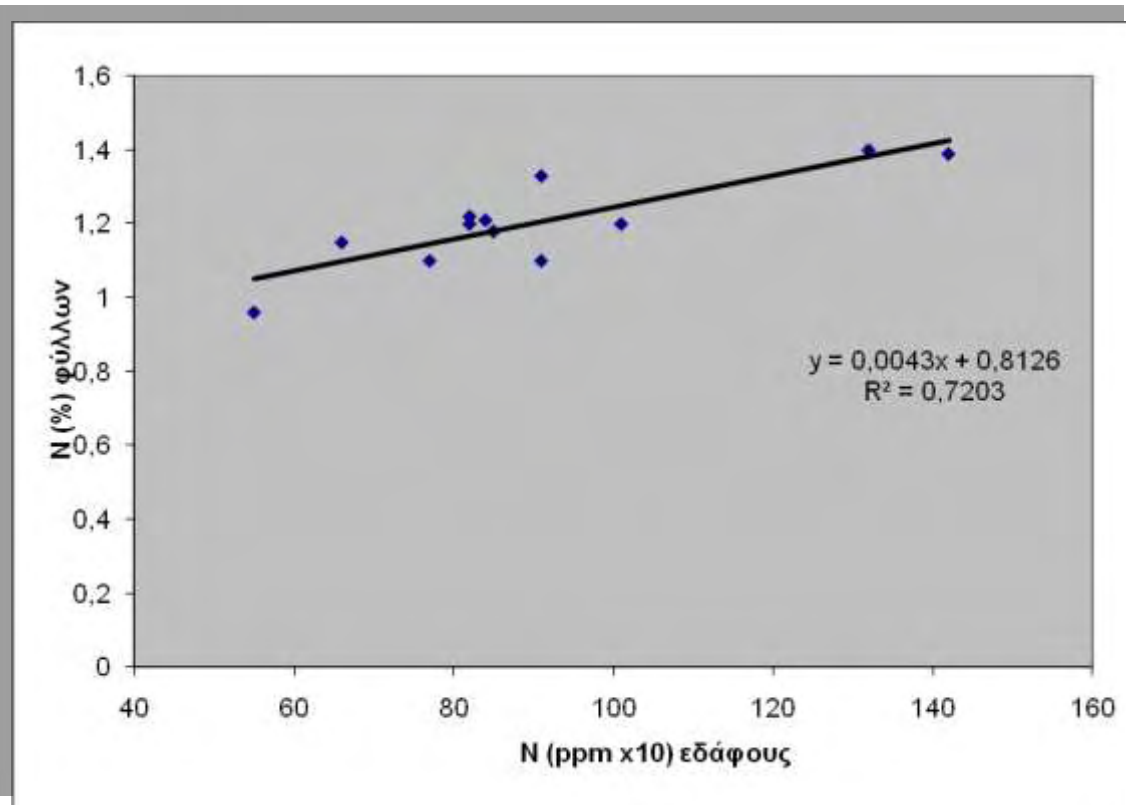
Από το διάγραμμα 16 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 16. Το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους σε σχέση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς

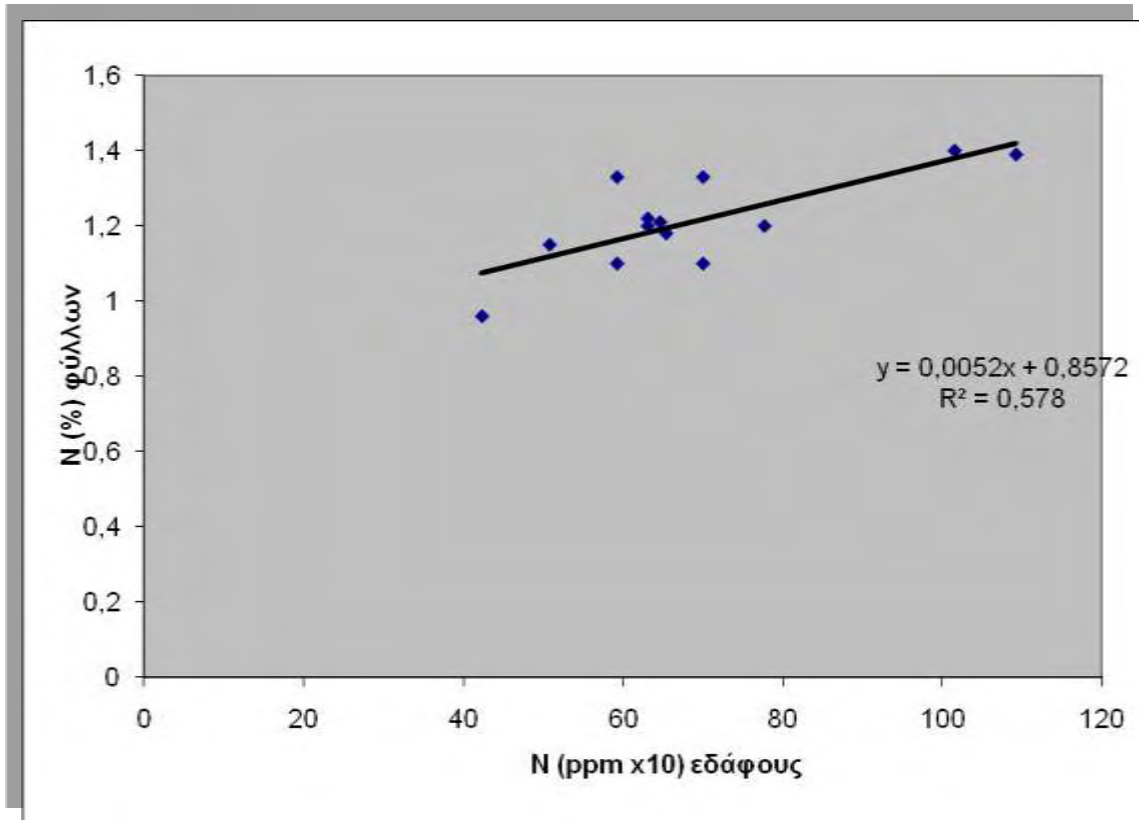
Από τα διαγράμματα 13, 14, 15 και 16 τα οποία παριστάνουν τον μέσο όρο πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την οργανική ουσία και το  $\text{CaCO}_3$  του εδάφους και της τιμής του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

Από το διάγραμμα 17 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση N στα φύλλα έχει θετική συσχέτιση με το N του εδάφους σε βάθος 0-30 cm.



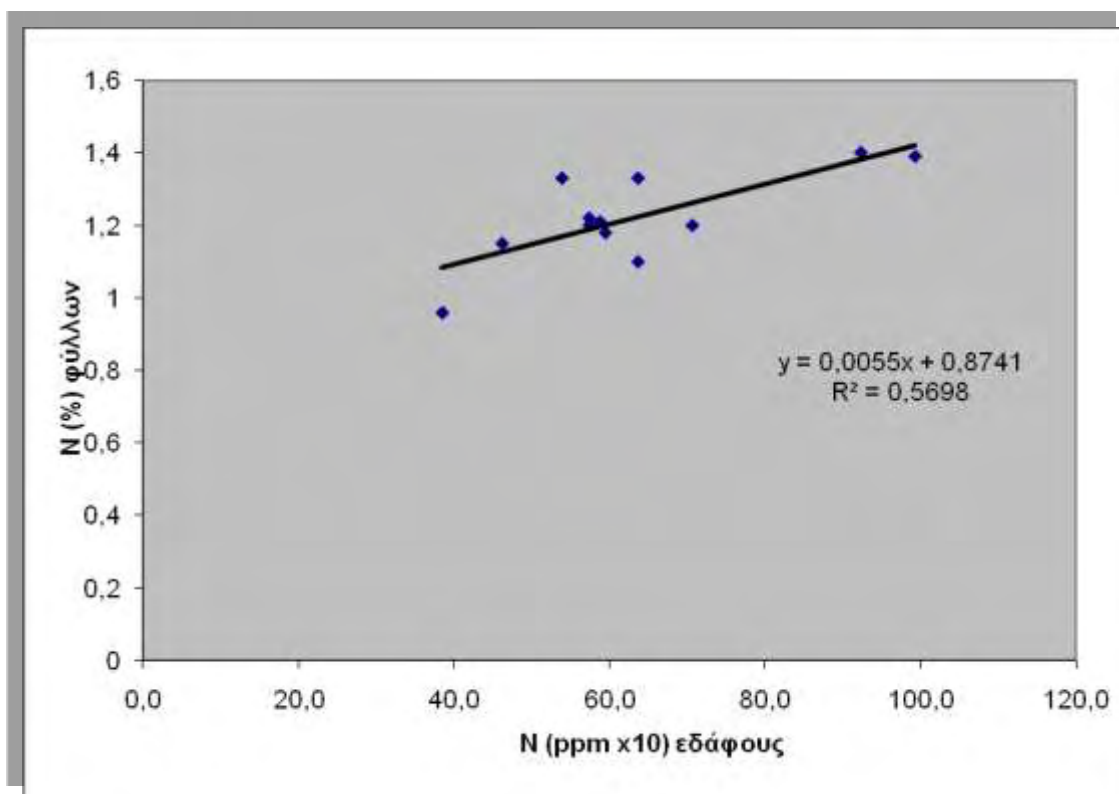
Διάγραμμα 17. Η % συγκέντρωση N στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το N του εδάφους σε βάθος 0-30 cm

Από το διάγραμμα 18 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση N στα φύλλα έχει θετική συσχέτιση με το N του εδάφους σε βάθος 30-60 cm.



Διάγραμμα 18. Η % συγκέντρωση N στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το N του εδάφους σε βάθος 30-60 cm

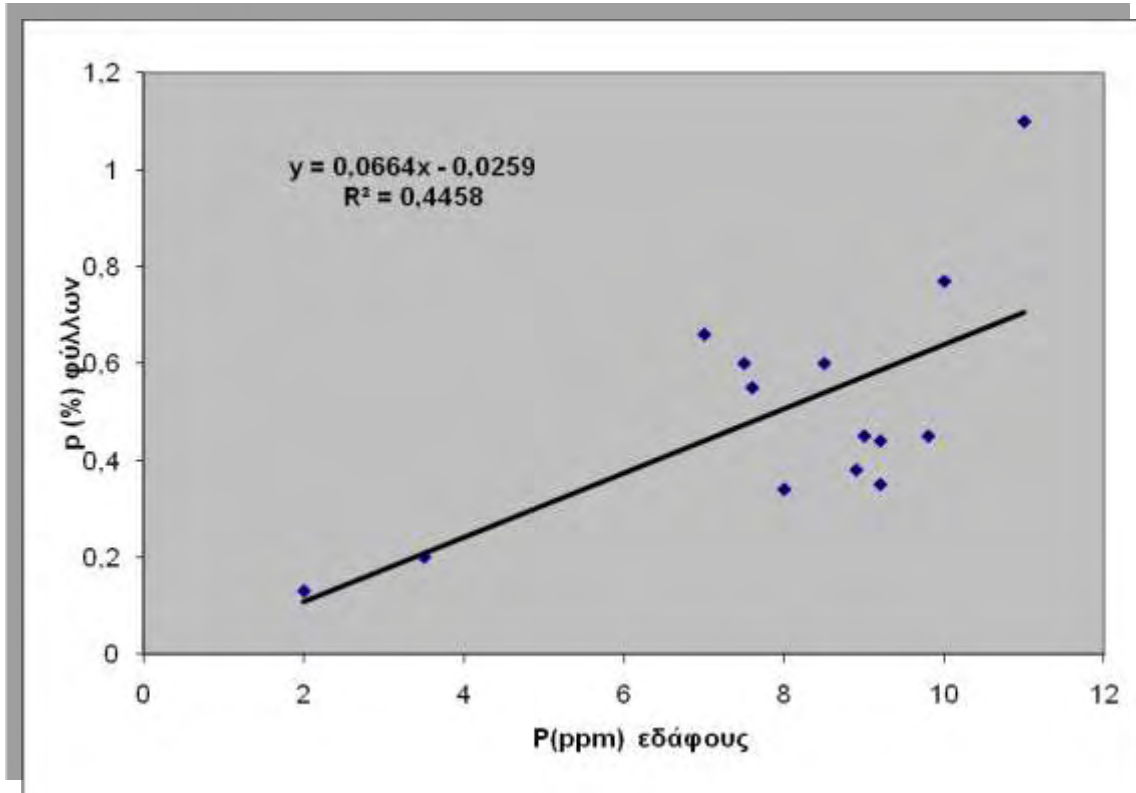
Από το διάγραμμα 19 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση N στα φύλλα έχει θετική συσχέτιση με το N του εδάφους σε βάθος 60-90 cm.



Διάγραμμα 19. Η % συγκέντρωση N στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το N του εδάφους σε βάθος 60-90 cm

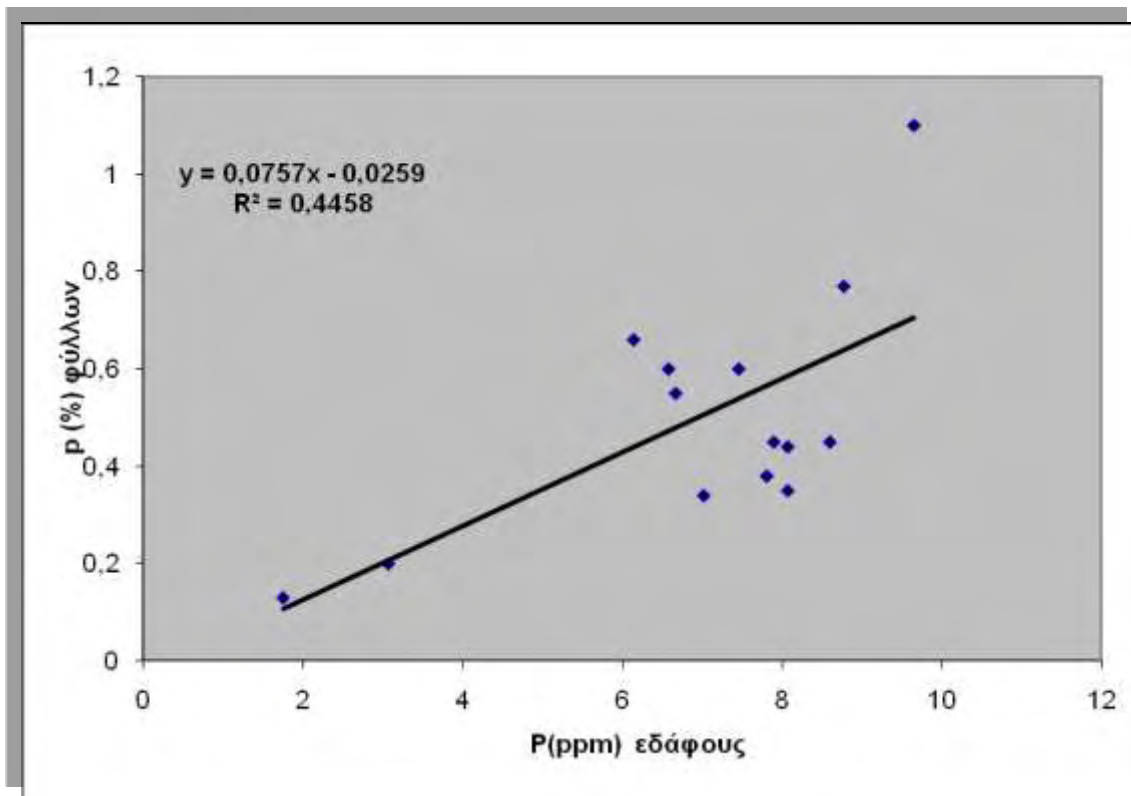
Από τα διαγράμματα 17, 18 και 19 τα οποία παριστάνουν την % συγκέντρωση N στα φύλλα σε συνάρτηση με το N του εδάφους στα τρία βάθη προκύπτει ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ τους και ειδικότερα η τιμή του ( $R^2$ ) αυξάνει όσο το βάθος μειώνεται. Αυτό δείχνει ότι γίνεται σωστή θρέψη του δέντρου.

Από το διάγραμμα 20 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση P στα φύλλα τείνει να συσχετιστεί με το P του εδάφους σε βάθος 0-30 cm.



Διάγραμμα 20. Η % συγκέντρωση P στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το P του εδάφους σε βάθος 0-30 cm

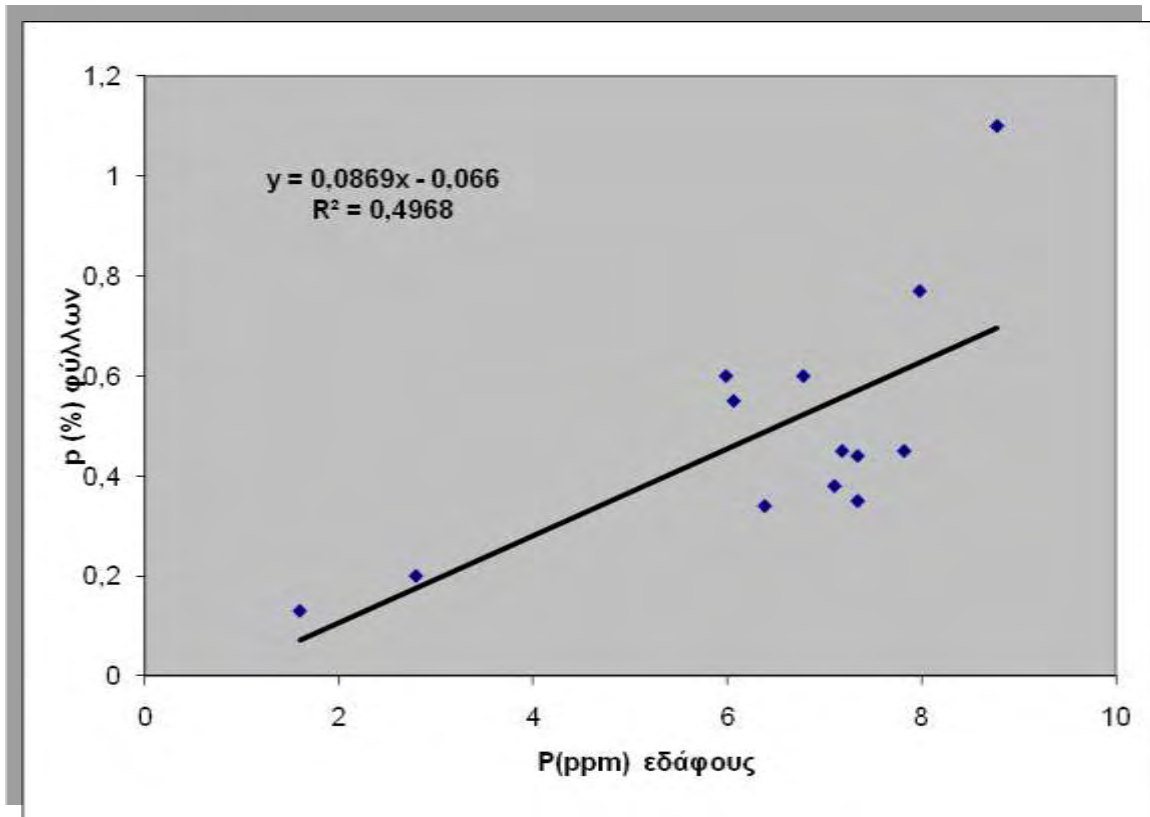
Από το διάγραμμα 21 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση P στα φύλλα τείνει να συσχετιστεί με το P του εδάφους σε βάθος 30-60 cm.



Διάγραμμα 21. Η % συγκέντρωση P στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το P του εδάφους σε βάθος 30-60 cm



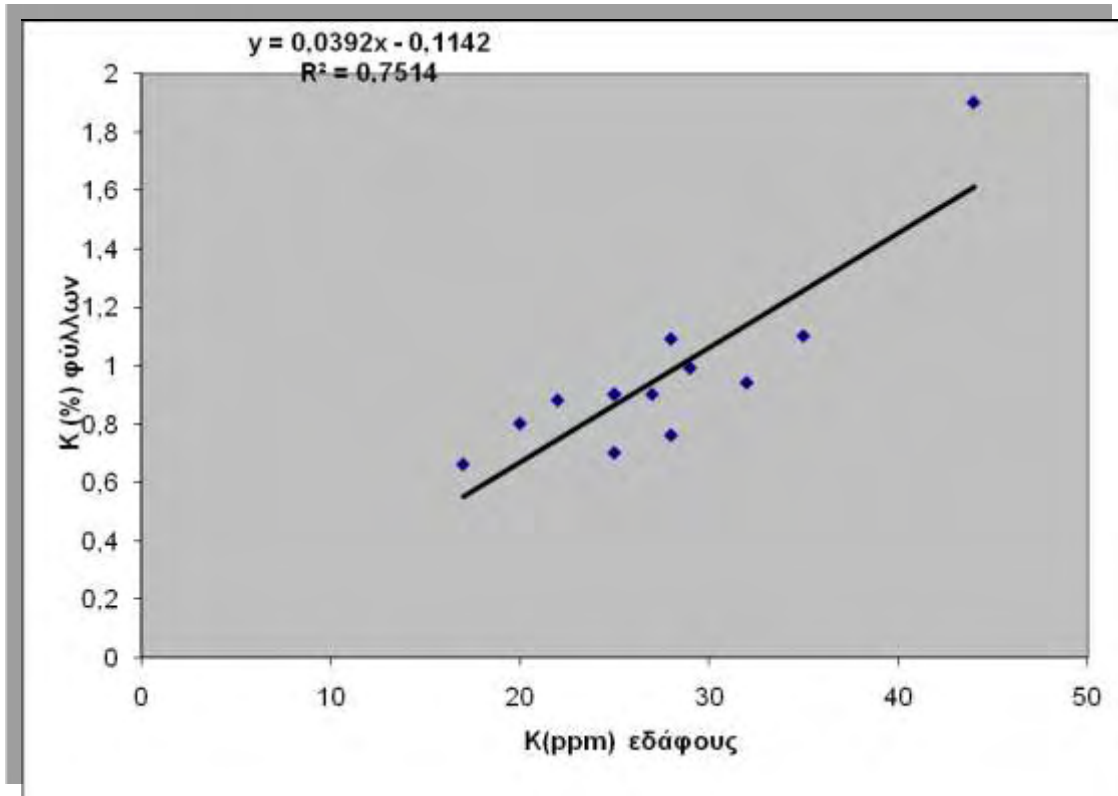
Από το διάγραμμα 22 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση P στα φύλλα τείνει να συσχετιστεί με το P του εδάφους σε βάθος 60-90 cm.



Διάγραμμα 22. Η % συγκέντρωση P στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το P του εδάφους σε βάθος 60-90 cm

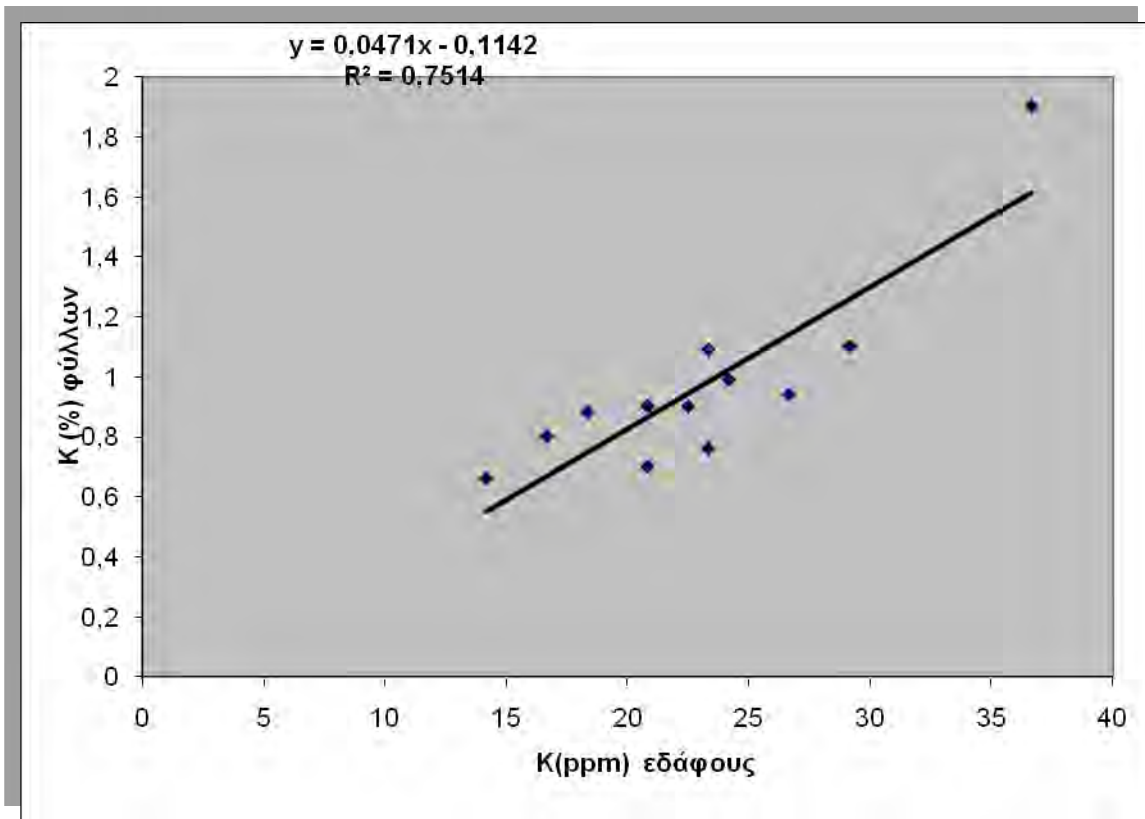
Από το διάγραμμα 20, 21 και 22 τα οποία παριστάνουν την % συγκέντρωση P στα φύλλα σε συνάρτηση με το P του εδάφους στα 3 βάθη προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ P των φύλλων και του P στο έδαφος. Αυτό δικαιολογείται από τη μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε άμμο και από το γεγονός ότι ο φώσφορος είναι δυσκίνητος στο έδαφος.

Από το διάγραμμα 23 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα έχει θετική συσχέτιση με το Κ του εδάφους σε βάθος 0-30 cm.



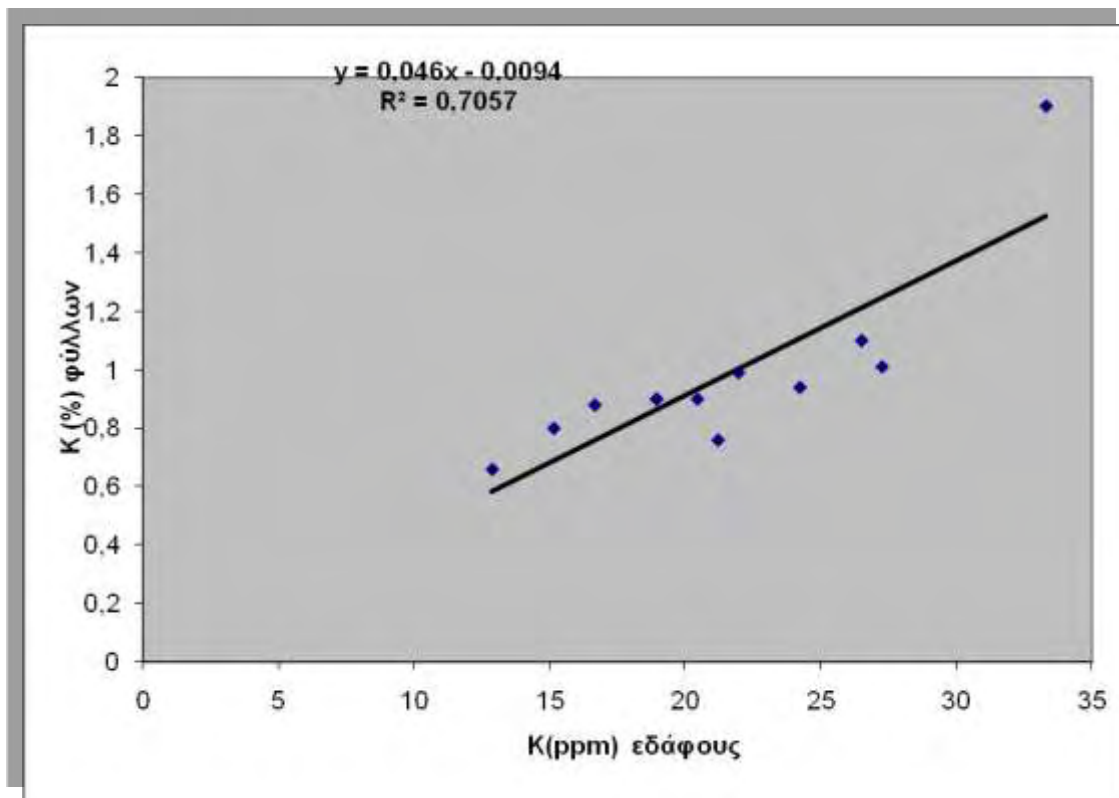
Διάγραμμα 23. Η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το Κ του εδάφους σε βάθος 0-30 cm

Από το διάγραμμα 24 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση K στα φύλλα έχει θετική συσχέτιση με το K του εδάφους σε βάθος 30-60 cm.



Διάγραμμα 24. Η % συγκέντρωση K στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το K του εδάφους σε βάθος 30-60 cm

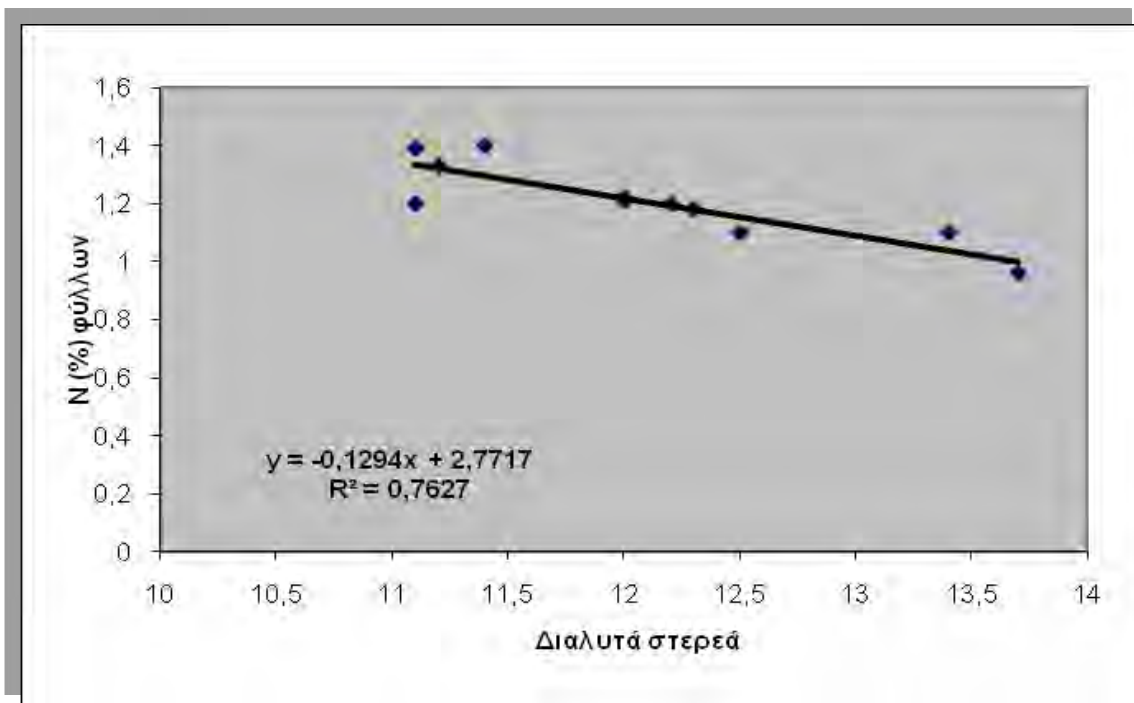
Από το διάγραμμα 25 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα έχει θετική συσχέτιση με το Κ του εδάφους σε βάθος 60-90 cm.



Διάγραμμα 25. Η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με το Κ του εδάφους σε βάθος 60-90 cm

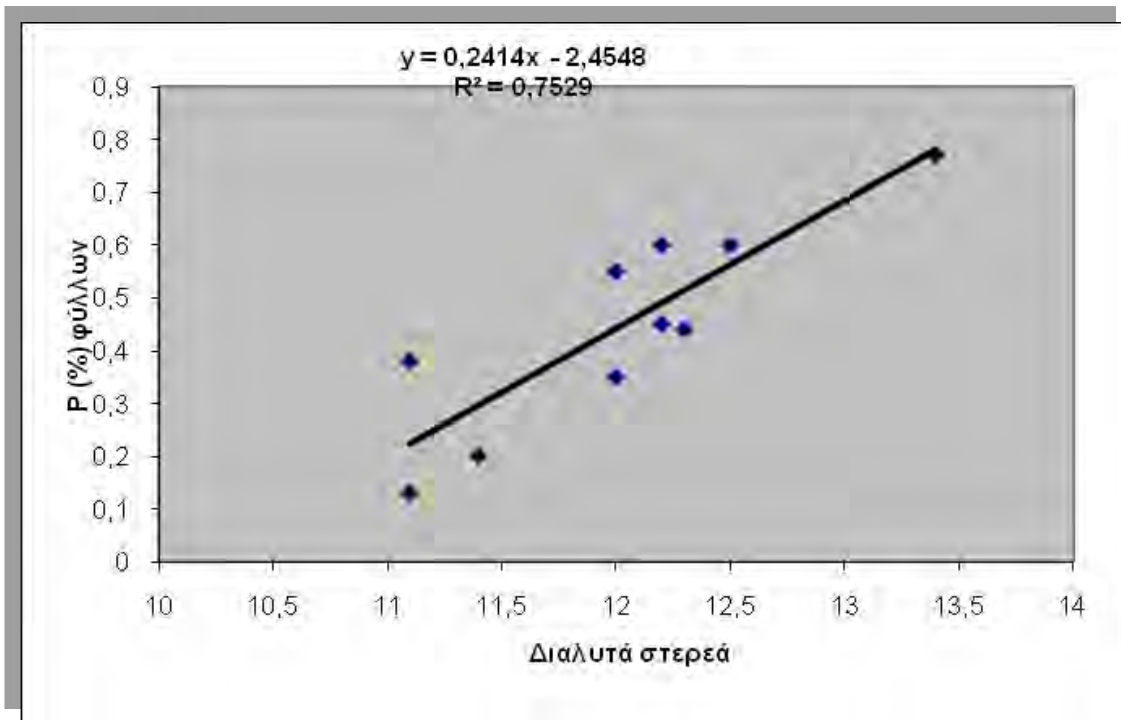
Από τα διαγράμματα 23, 24 και 25 τα οποία παριστάνουν την % συγκέντρωση Κ στα φύλλα σε συνάρτηση με το Κ του εδάφους στα τρία βάθη προκύπτει ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ τους. Αυτό δείχνει ότι υπάρχει σωστή θρέψη του δέντρου.

Από το διάγραμμα 26 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση N στα φύλλα τείνει να συσχετιστεί αρνητικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς



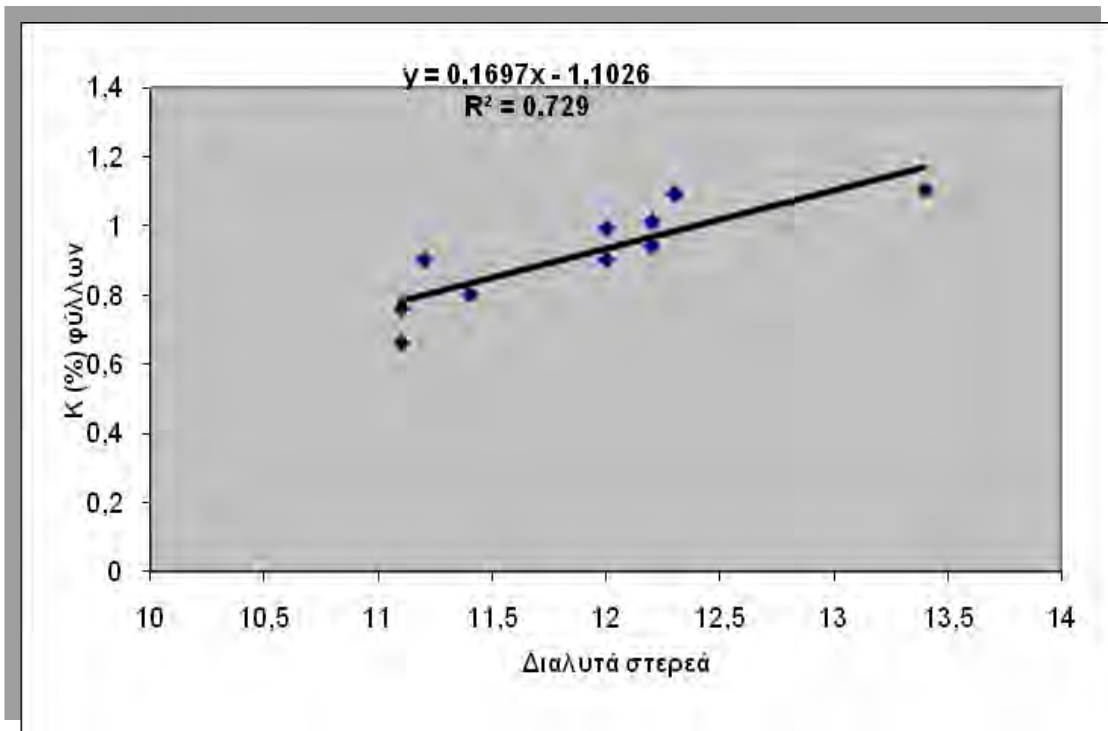
Διάγραμμα 26. Η % συγκέντρωση N στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού.

Από το διάγραμμα 27 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση P στα φύλλα σχετίζεται θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 27. Η % συγκέντρωση P στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού.

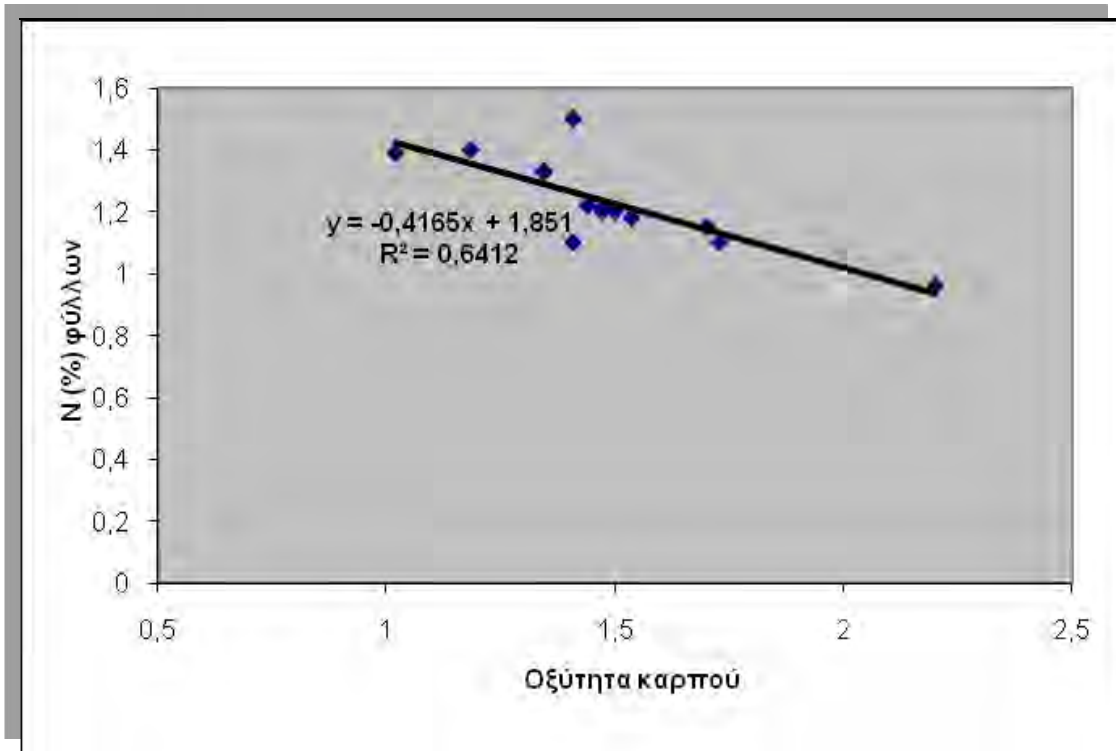
Από το διάγραμμα 28 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα σχετίζεται θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς



Διάγραμμα 28. Η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού.

Από τα διαγράμματα 26, 27 και 28 τα οποία παριστάνουν τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς με την % περιεκτικότητα Ν, Ρ και Κ στα φύλλα προκύπτει ότι το Ν έχει αρνητική συσχέτιση με τα διαλυτά στερεά συστατικά ενώ ο Ρ και το Κ σχετίζονται θετικά. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Βασιλακάκη και Θεριού 1996 που αναφέρουν ότι τα άζωτο δρα ανταγωνιστικά στα στοιχεία φώσφορο και κάλιο.

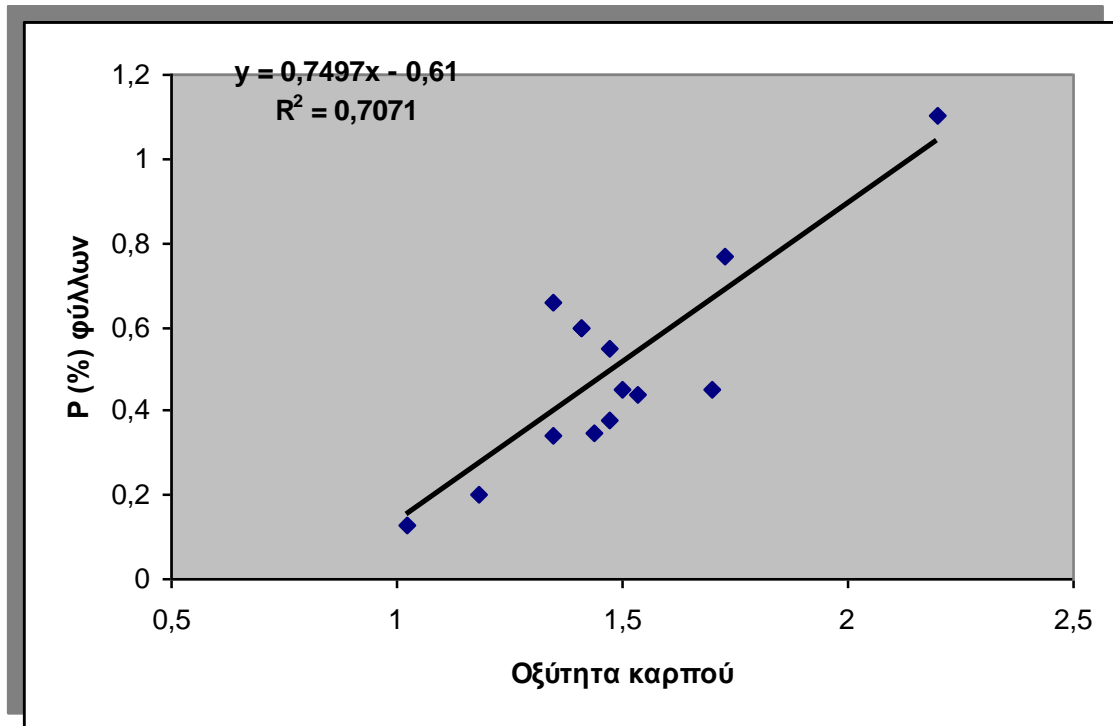
Από το διάγραμμα 29 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση N στα φύλλα τείνει να συσχετιστεί αρνητικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 29. Η % συγκέντρωση N στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού.

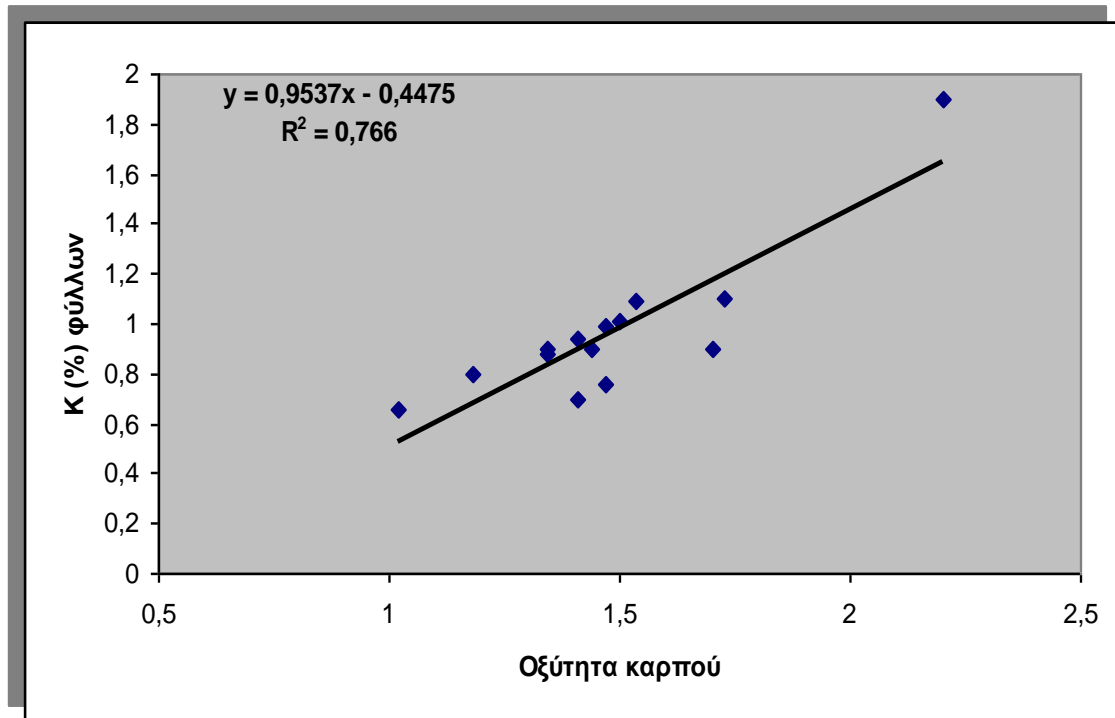


Από το διάγραμμα 30 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση P στα φύλλα σχετίζεται θετικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 30. Η % συγκέντρωση P στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού.

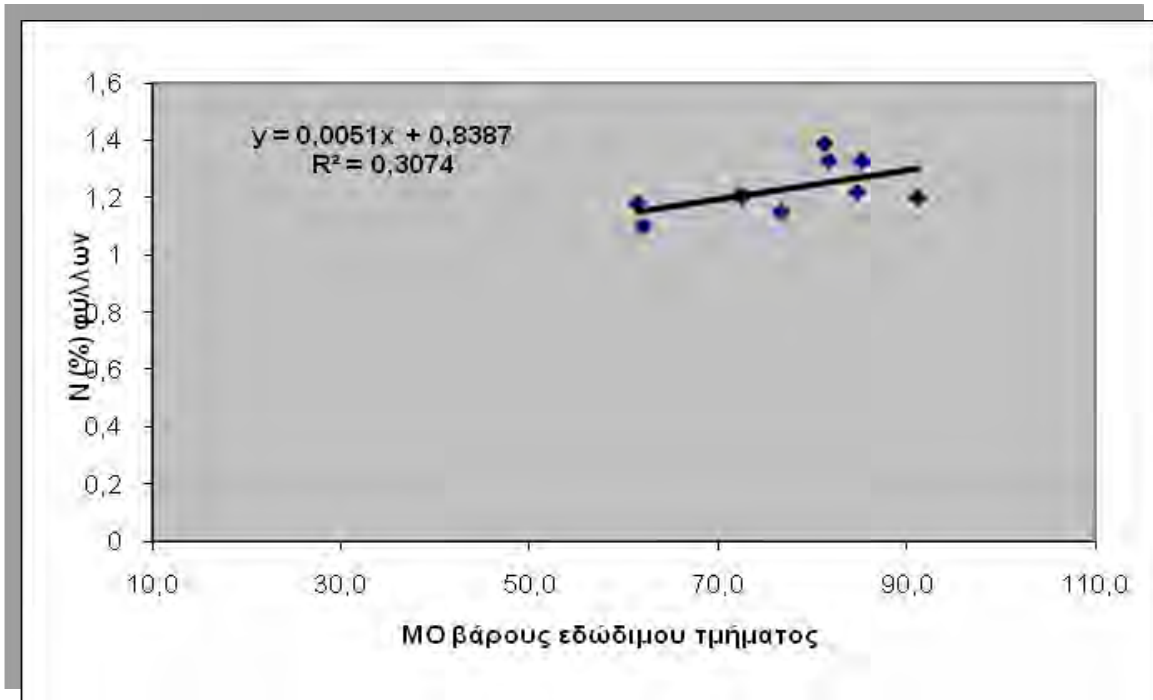
Από το διάγραμμα 31 και την τιμή συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση K στα φύλλα σχετίζεται θετικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 31. Η % συγκέντρωση K στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού.

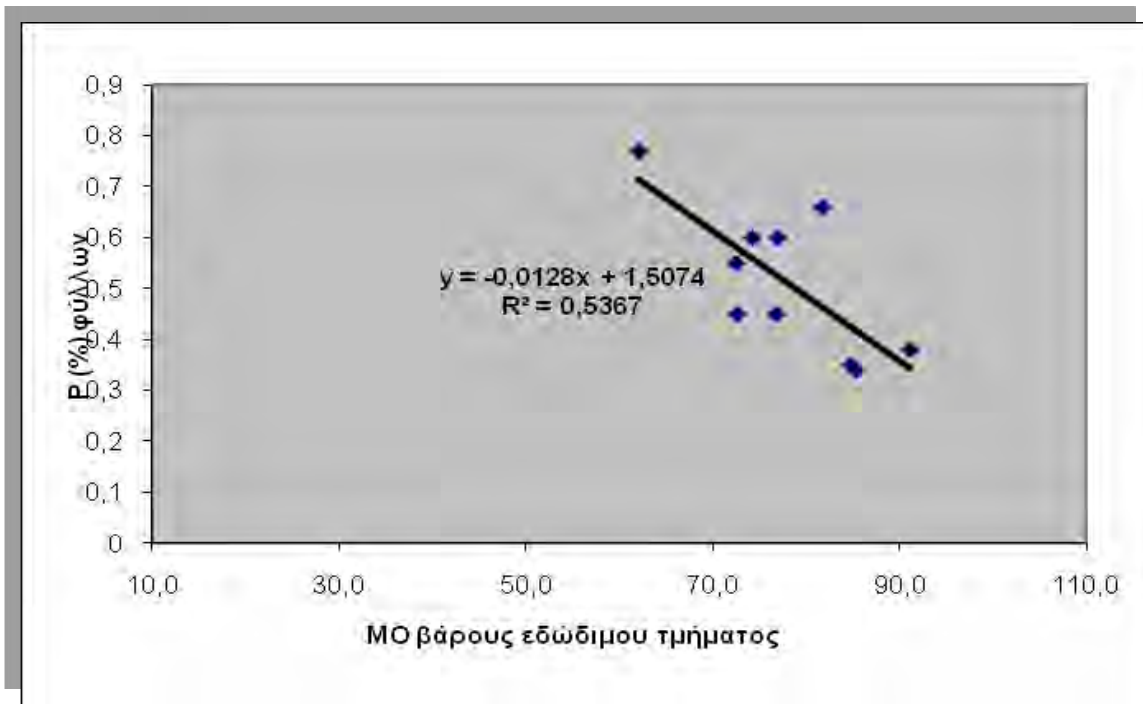
Από τα διαγράμματα 29, 30 και 31 τα οποία παριστάνουν την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς με την % περιεκτικότητα N, P και K στα φύλλα προκύπτει ότι το N έχει αρνητική συσχέτιση με τα διαλυτά στερεά συστατικά ενώ ο P και το K σχετίζονται θετικά. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Βασιλακάκη και Θεριού 1996 που αναφέρουν ότι τα άζωτο δρα ανταγωνιστικά στα στοιχεία φώσφορο και κάλιο.

Από το διάγραμμα 32 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση N στα φύλλα δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς.



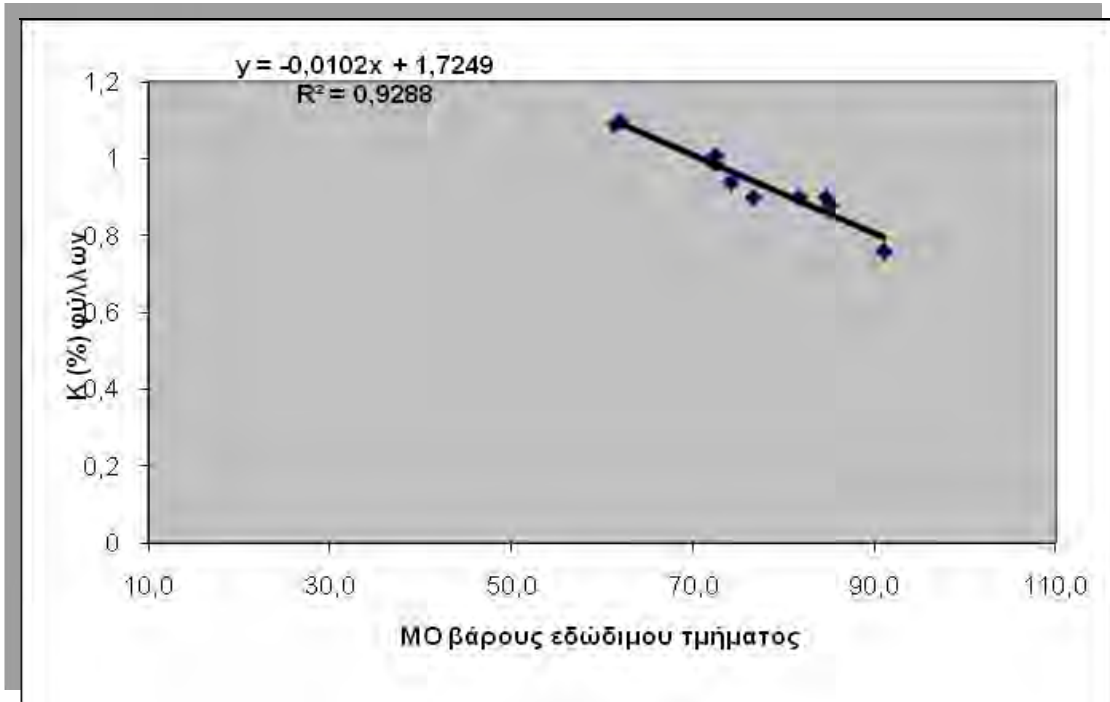
Διάγραμμα 32. Η % συγκέντρωση N στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τον μέσο όρο βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού.

Από το διάγραμμα 33 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση P στα φύλλα τείνει να συσχετιστεί αρνητικά με τον μέσο όρο βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς



Διάγραμμα 33. Η % συγκέντρωση P στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τον μέσο όρο βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού.

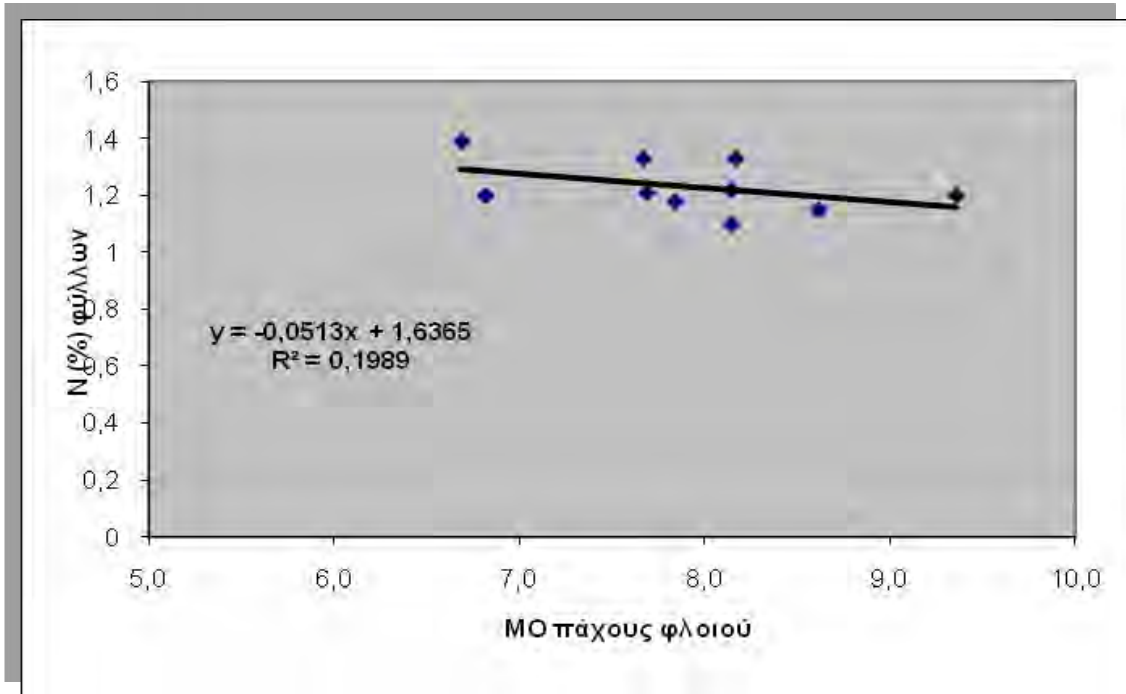
Από το διάγραμμα 34 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα συσχετίζεται αρνητικά με τον μέσο όρο βάρους του εδώδιμου τμήματος του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 34. Η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τον μέσο όρο βάρους εδώδιμου τμήματος του καρπού

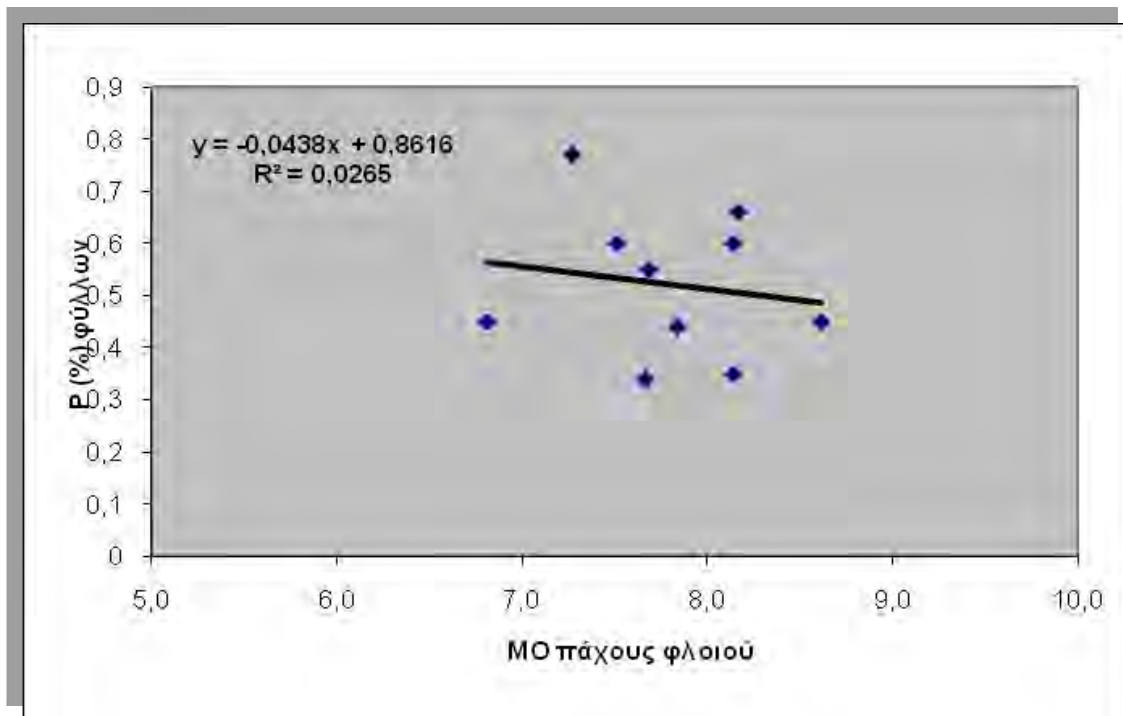
Από τα διαγράμματα 32, 33 και 34 τα οποία παριστάνουν στο μέσο όρο βάρους καρπού της πορτοκαλιάς σε σχέση με την % περιεκτικότητα Ν, Ρ και καλίου στα φύλλα, προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση του μέσου όρου βάρους των καρπών με το Ν, τείνει να έχει αρνητική συσχέτιση με το Ρ, ενώ έχει απόλυτα αρνητική συσχέτιση με το Κ.

Από το διάγραμμα 35 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση N στα φύλλα δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς.



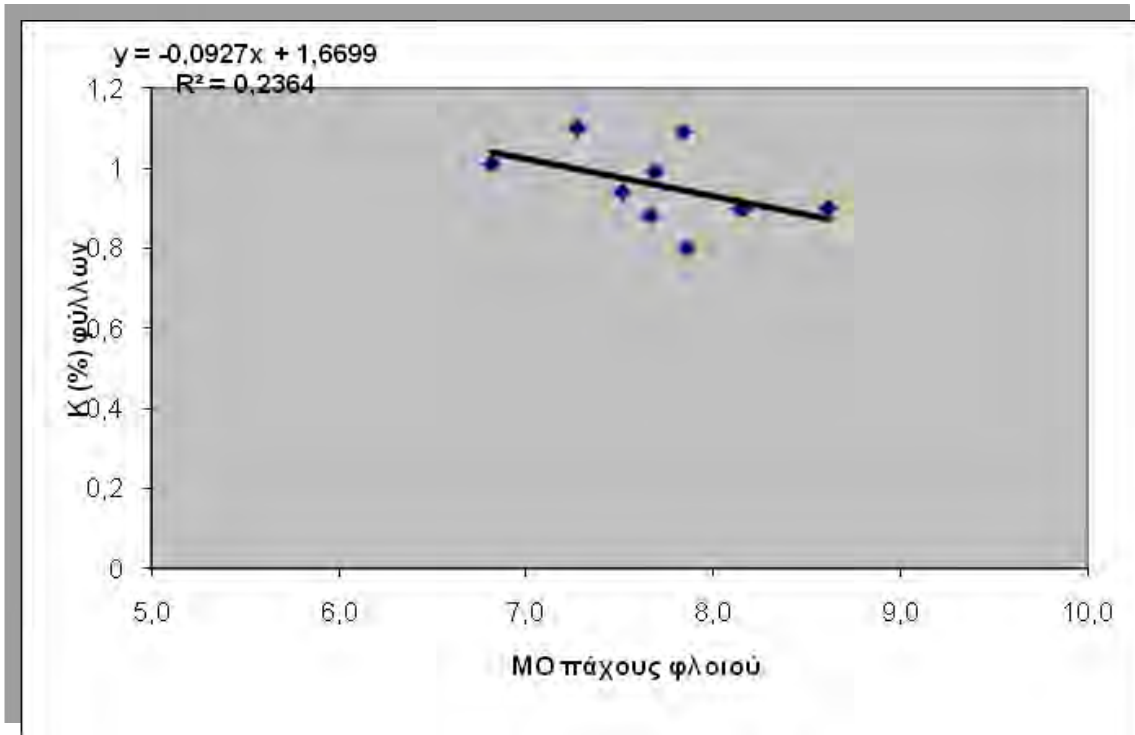
Διάγραμμα 35. Η % συγκέντρωση N στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τον μέσο όρο πάχους του φλοιού καρπού.

Από το διάγραμμα 36 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση P στα φύλλα δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 36. Η % συγκέντρωση P στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τον μέσο όρο πάχους του φλοιού του καρπού.

Από το διάγραμμα 37 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα δεν συσχετίζεται με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού του καρπού της πορτοκαλιάς.

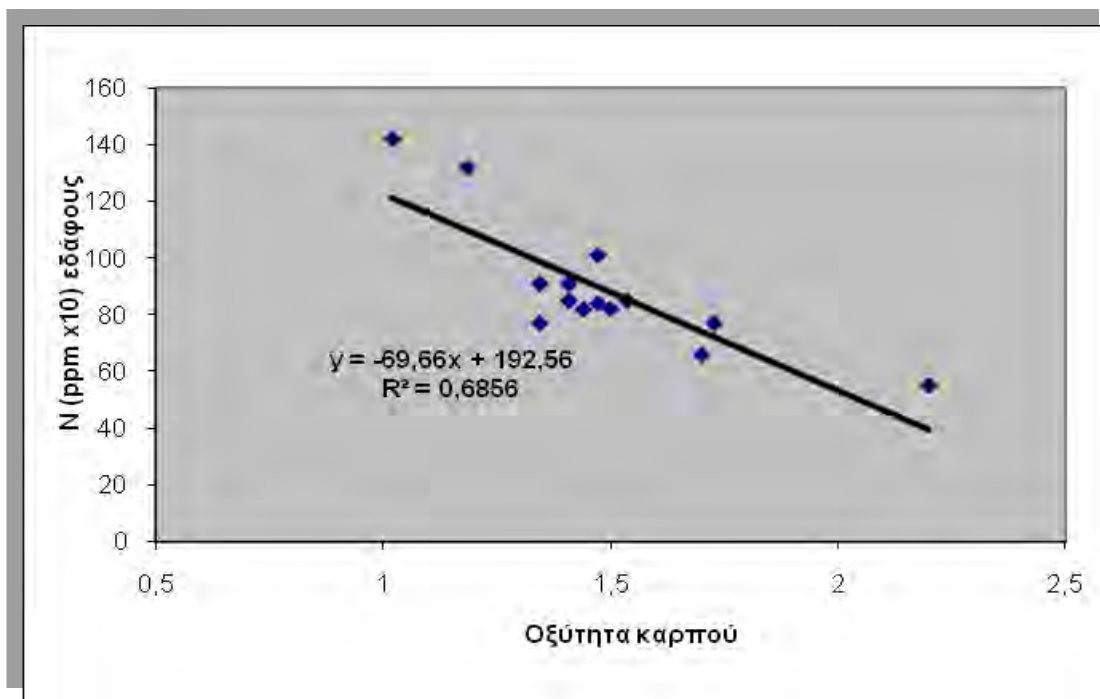


Διάγραμμα 37. Η % συγκέντρωση Κ στα φύλλα της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με τον μέσο όρο πάχους του φλοιού του καρπού.

Από τα διαγράμματα 35, 36 και 37 τα οποία παριστάνουν το μέσο όρο πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς σε συνάρτηση με την % περιεκτικότητα Ν, Ρ και Κ στα φύλλα, προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

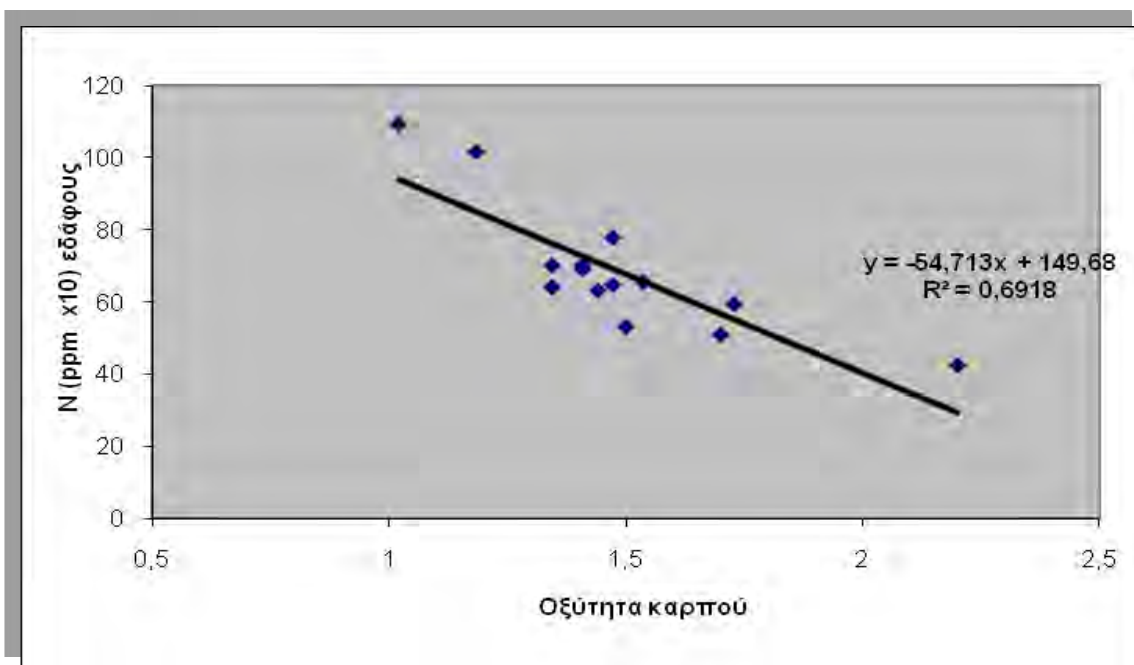


Από το διάγραμμα 38 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm τείνει να συσχετιστεί αρνητικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς



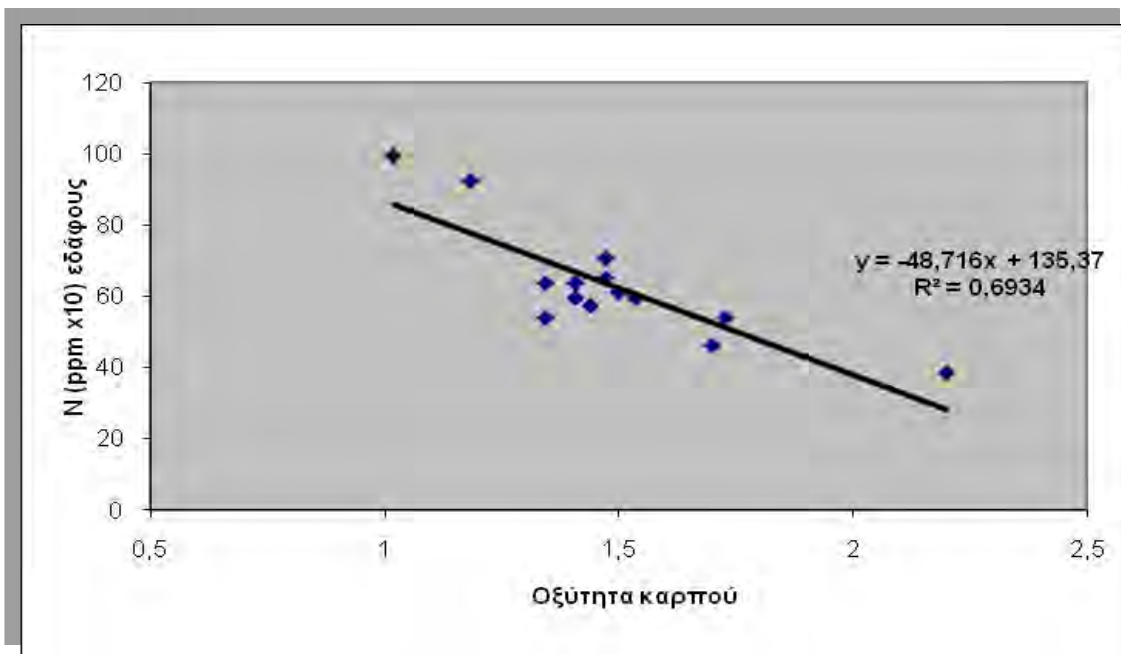
Διάγραμμα 38. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 39 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm τείνει να συσχετιστεί αρνητικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 39. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

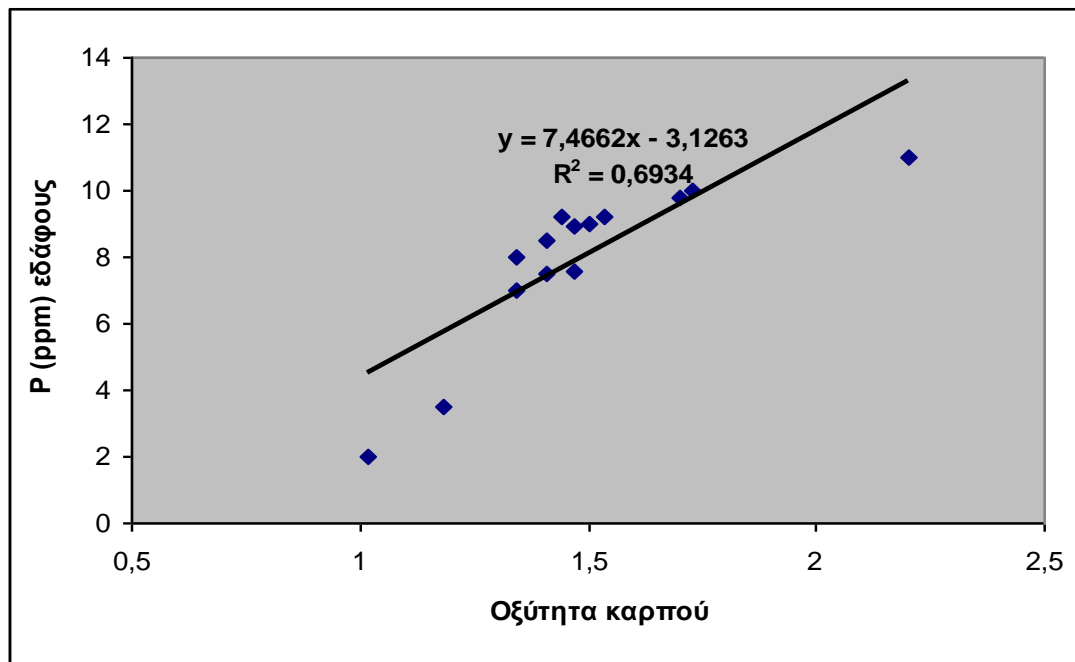
Από το διάγραμμα 40 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm τείνει να συσχετιστεί αρνητικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 40. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

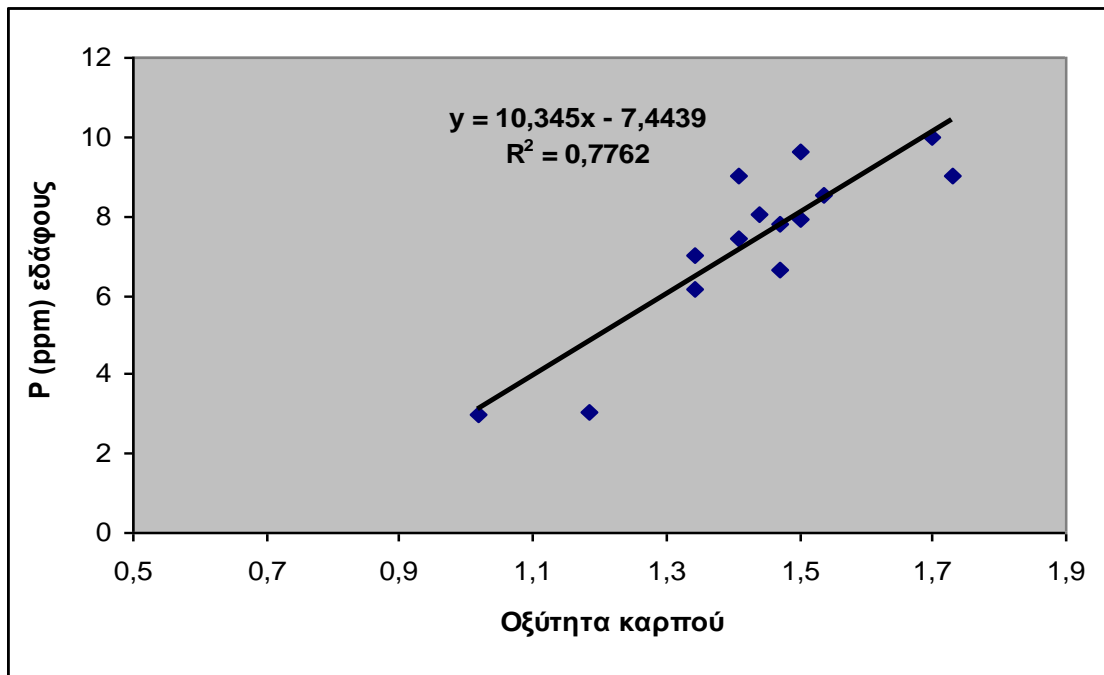
Από τα διαγράμματα 38, 39 και 40 τα οποία παριστάνουν τη σχέση της οξύτητας του καρπού της πορτοκαλιάς και της συγκέντρωσης N του εδάφους στα τρία βάθη, προκύπτει ότι υπάρχει μια μικρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Βασιλακάκη και Θεριού 1996 που αναφέρουν ότι τα άζωτο δρα ανταγωνιστικά στα στοιχεία φώσφορο και κάλιο.

Από το διάγραμμα 41 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος συσχετίζεται θετικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς



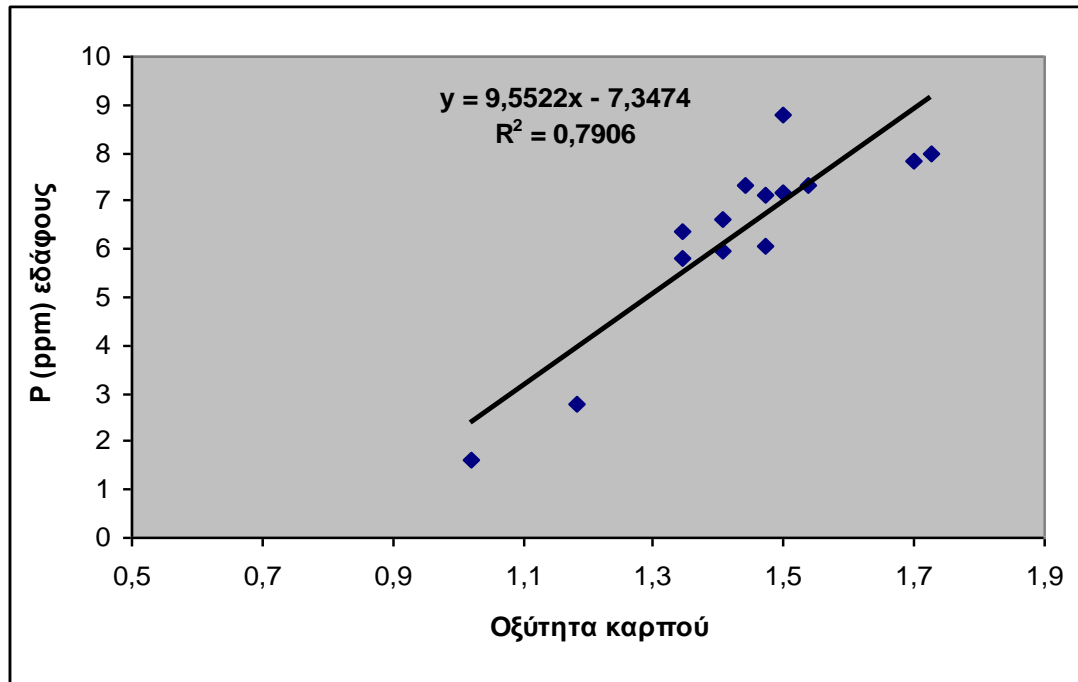
Διάγραμμα 41. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 42 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm συσχετίζεται θετικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 42. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

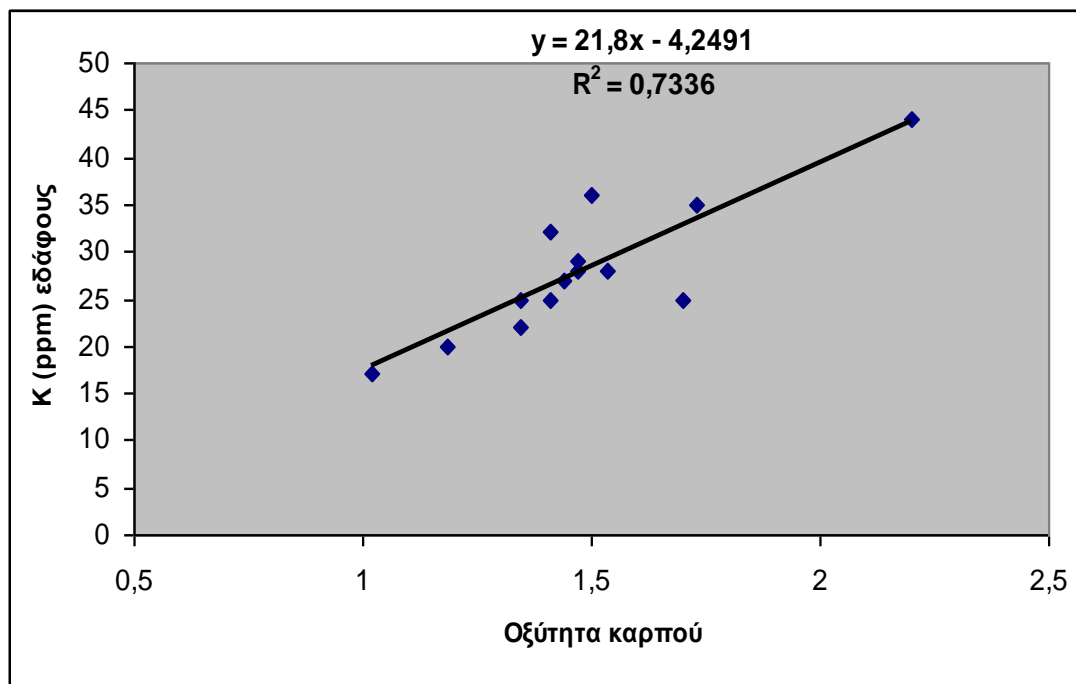
Από το διάγραμμα 43 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm συσχετίζεται θετικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 43. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

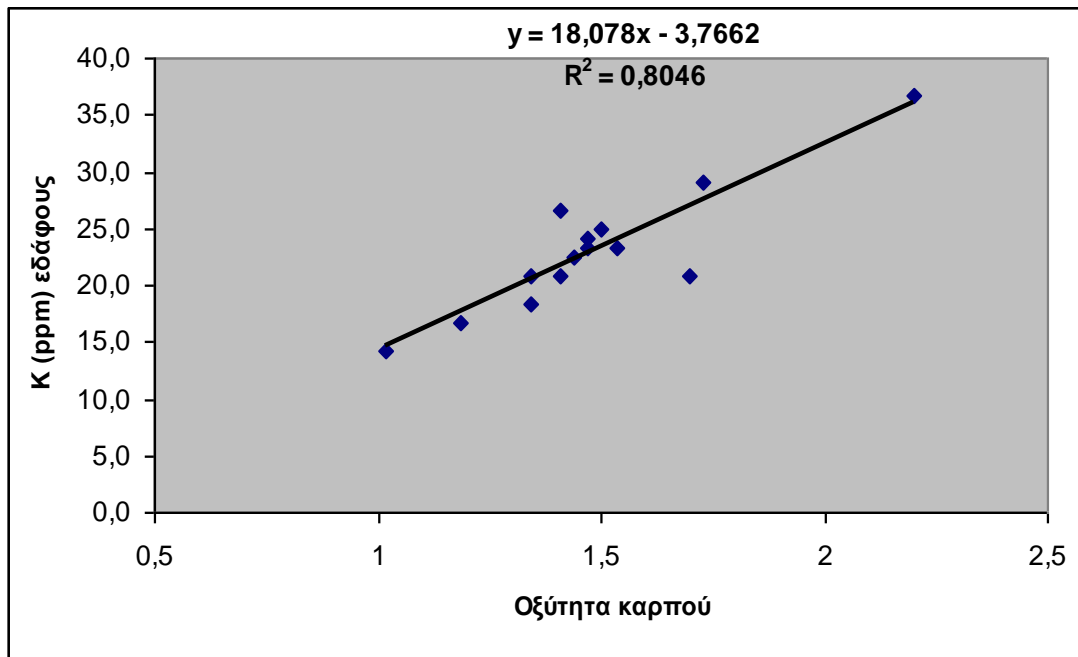
Από τα διαγράμματα 41, 42 και 43 τα οποία παριστάνουν την οξύτητα του καρπού με την συγκέντρωση P του εδάφους στα τρία βάθη, προκύπτει ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ τους και μάλιστα όσο αυξάνεται το βάθος αυξάνεται και η τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Βασιλακάκη και Θεριού 1996.

Από το διάγραμμα 44 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm συσχετίζεται θετικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς



Διάγραμμα 44. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

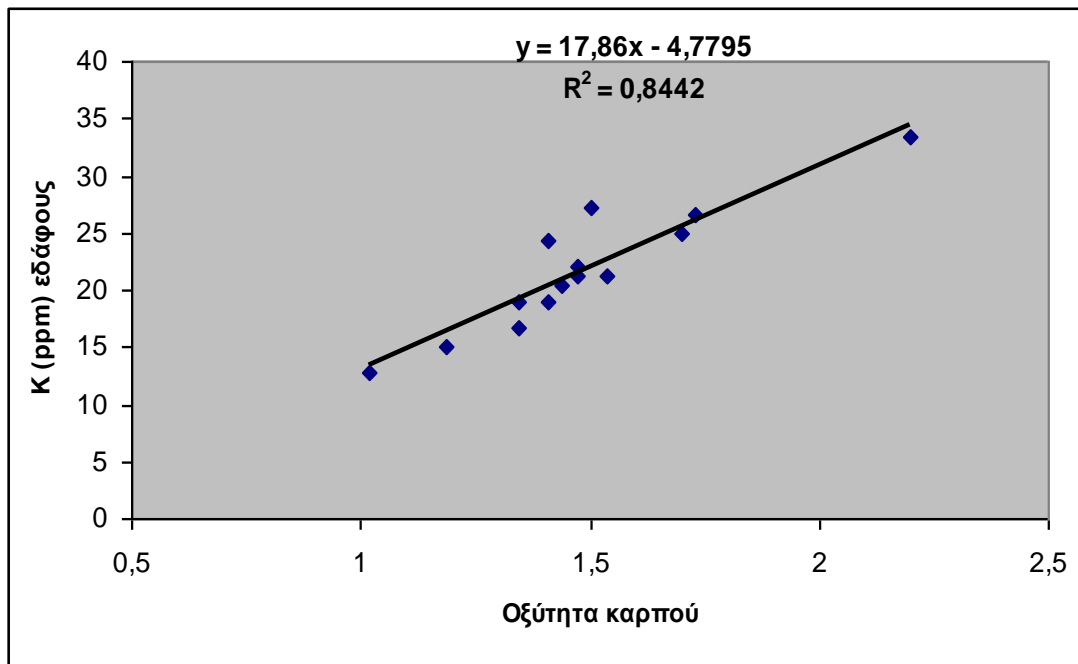
Από το διάγραμμα 45 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 30-60 συσχετίζεται θετικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 45. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς



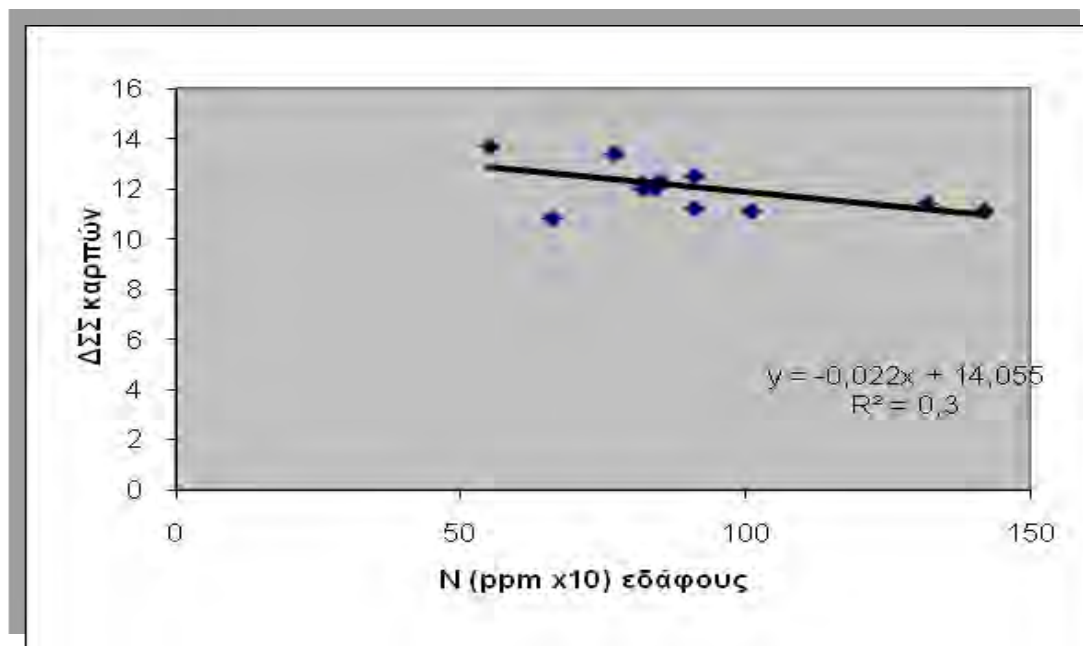
Από το διάγραμμα 46 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 60-90 συσχετίζεται θετικά με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 46. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με την οξύτητα του καρπού της πορτοκαλιάς

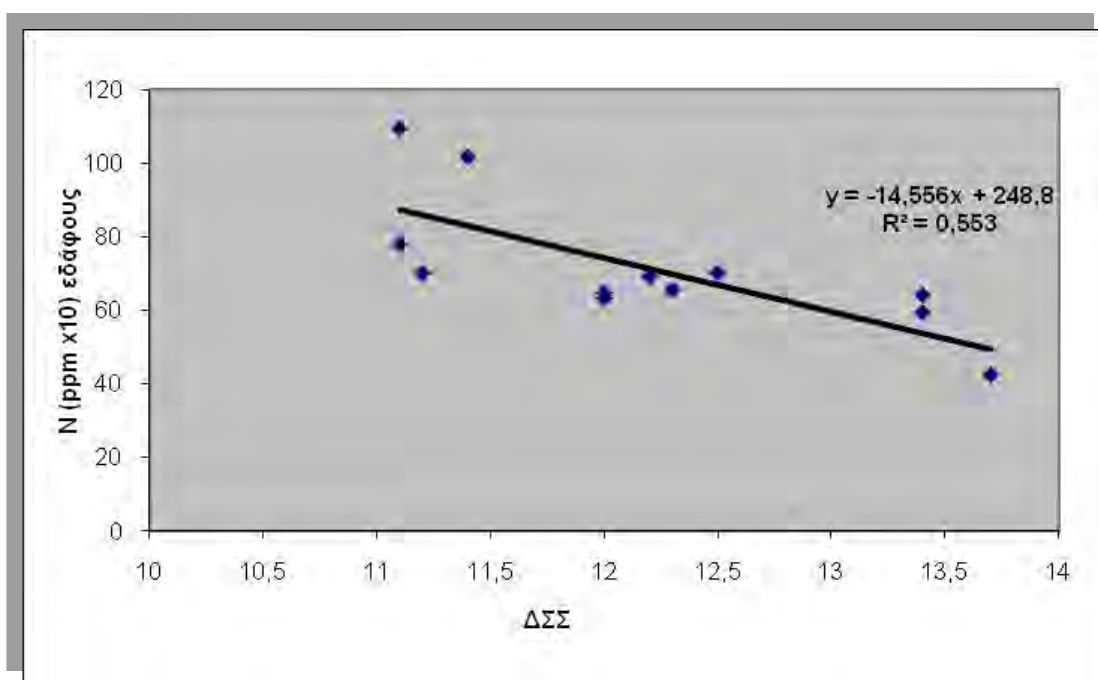
Από τα διαγράμματα 44, 45 και 46 τα οποία παριστάνουν την οξύτητα του καρπού με την συγκέντρωση Κ του εδάφους στα τρία βάθη, προκύπτει ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ τους και μάλιστα όσο αυξάνεται το βάθος αυξάνεται και η τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Βασιλακάκη και Θεριού 1996.

Από το διάγραμμα 47 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm δεν συσχετίζεται με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς



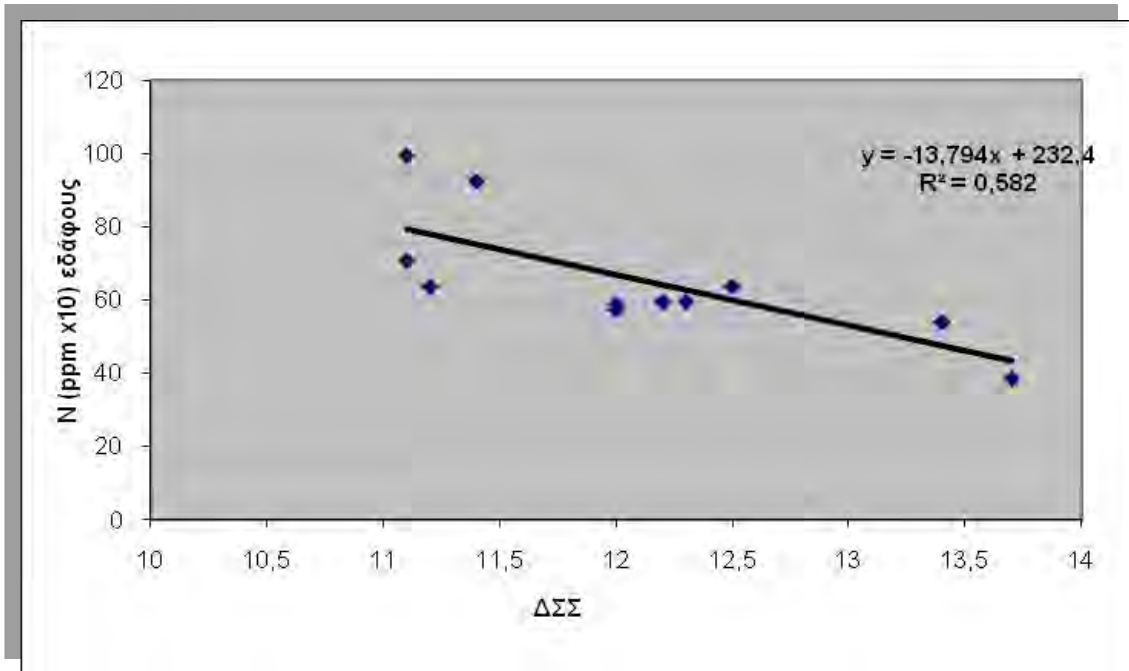
Διάγραμμα 47. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 48 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm τείνει να συσχετιστεί αρνητικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 48. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

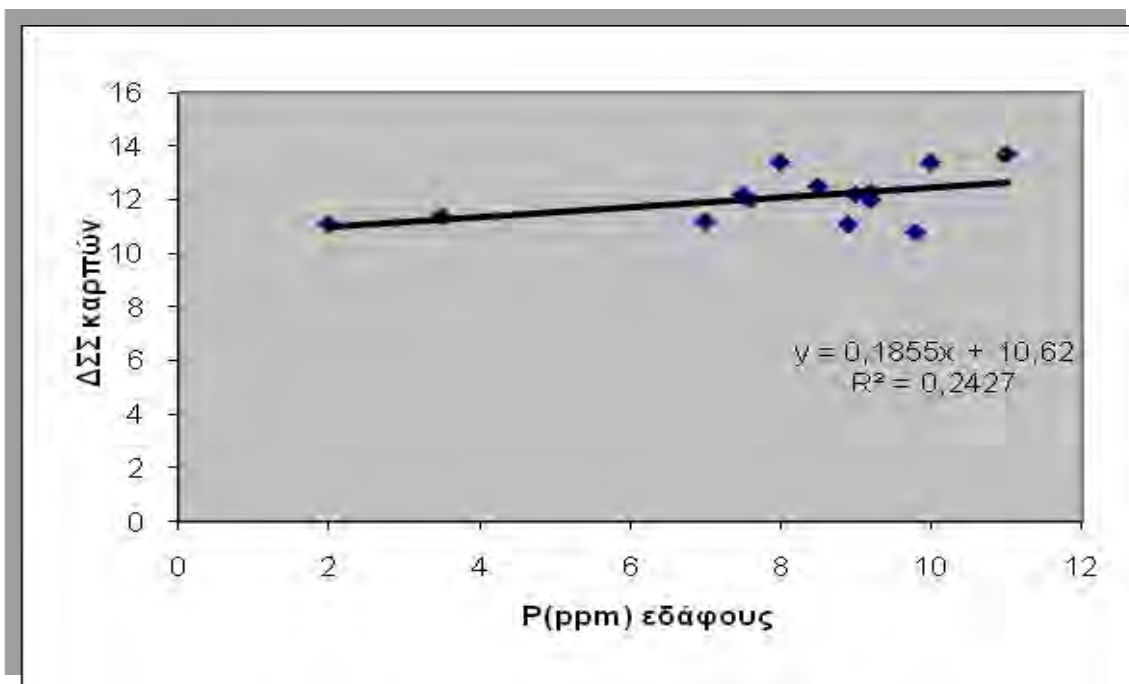
Από το διάγραμμα 49 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm τείνει να συσχετιστεί αρνητικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 49. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

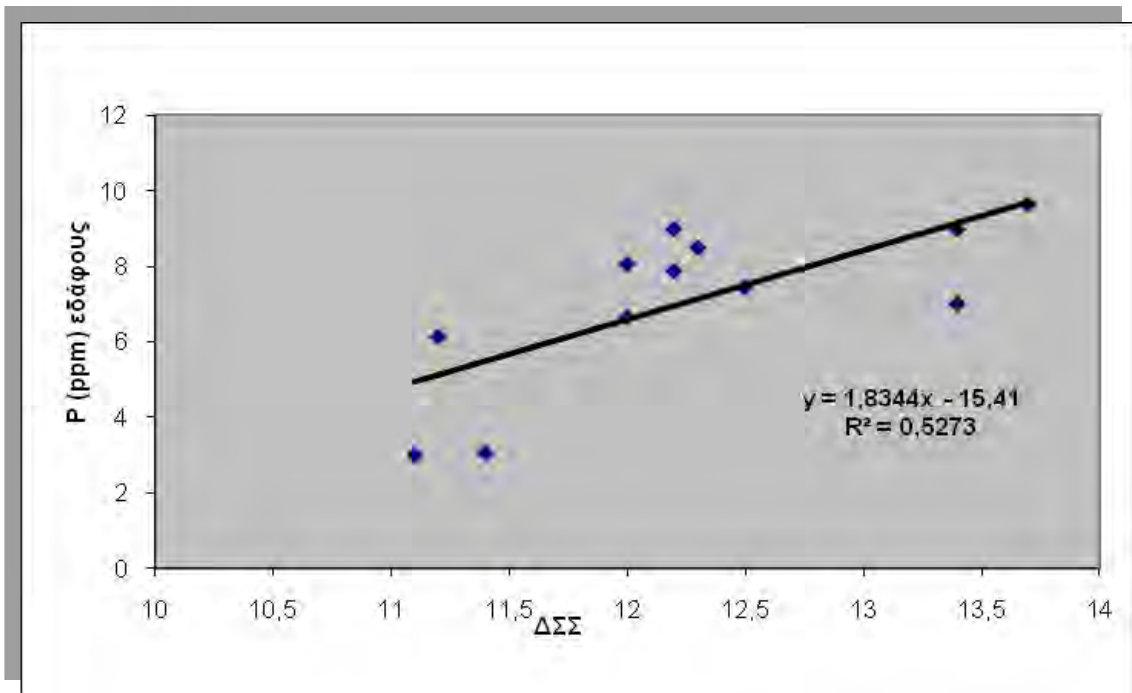
Από τα διαγράμματα 47, 48 και 49 τα οποία παριστάνουν τα διαλυτά στερεά συστατικά των καρπών της πορτοκαλιάς σε σχέση με τη συγκέντρωση N στα τρία βάθη, προκύπτει ότι υπάρχει μικρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους και μάλιστα όσο αυξάνει το βάθος αυξάνει και η τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Βασιλακάκη και Θεριού 1996 που αναφέρουν ότι τα άζωτο δρα ανταγωνιστικά στα στοιχεία φώσφορο και κάλιο.

Από το διάγραμμα 50 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm δεν συσχετίζεται με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



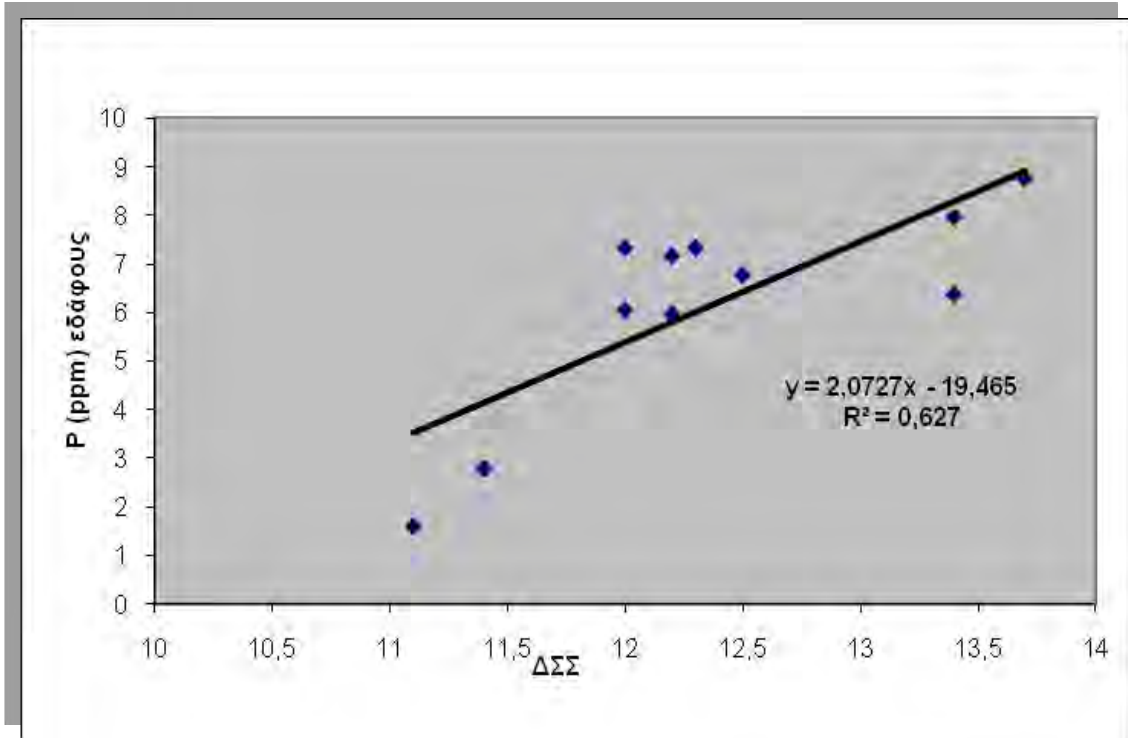
Διάγραμμα 50. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 51 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm συσχετίζεται θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 51. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

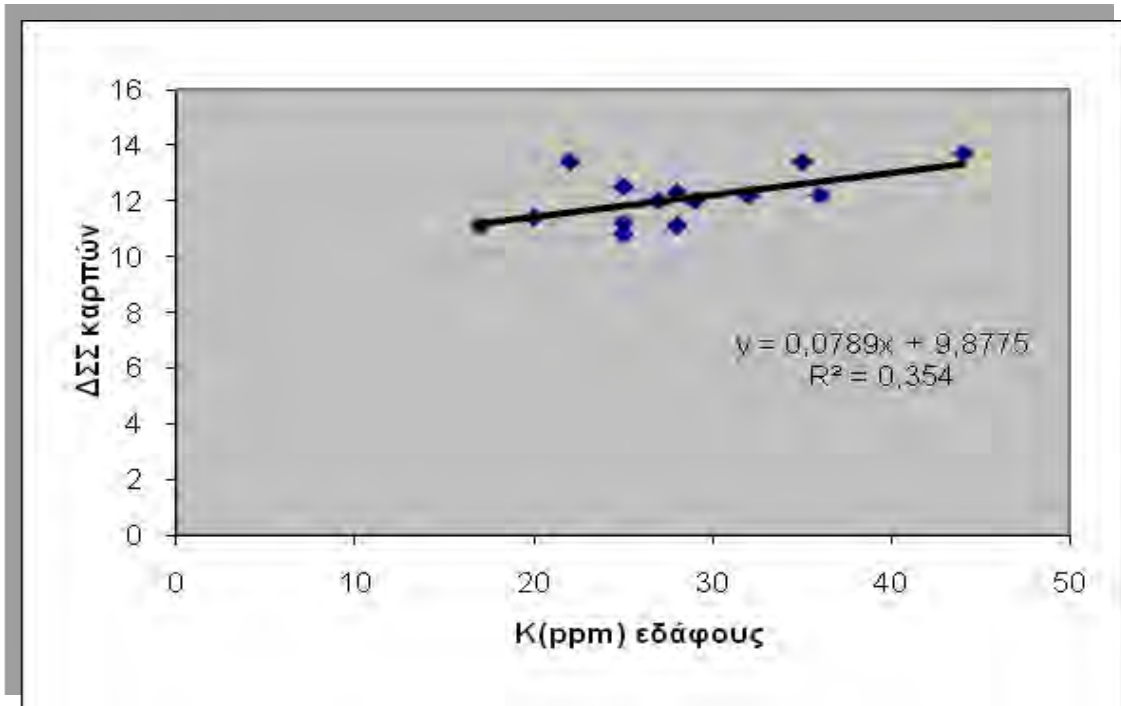
Από το διάγραμμα 52 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm συσχετίζεται θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 52. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

Από τα διαγράμματα 50, 51 και 52 τα οποία παριστάνουν τα διαλυτά στερεά συστατικά των καρπών της πορτοκαλιάς σε σχέση με τη συγκέντρωση P στα τρία βάθη, προκύπτει ότι υπάρχει μικρή θετική συσχέτιση μεταξύ τους και μάλιστα όσο αυξάνει το βάθος αυξάνει και η τιμή του συντελεστή συσχέτισης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Βασιλακάκη και Θεριού 1996.

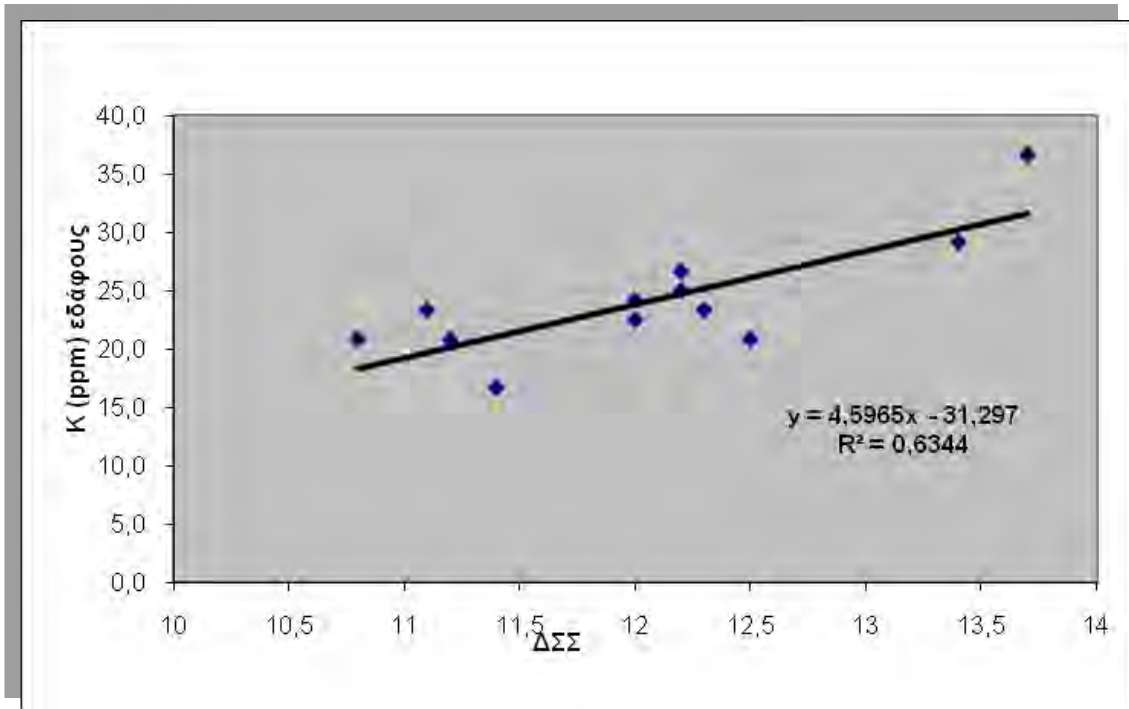
Από το διάγραμμα 53 και την τιμή συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm συσχετίζεται θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς



Διάγραμμα 53. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

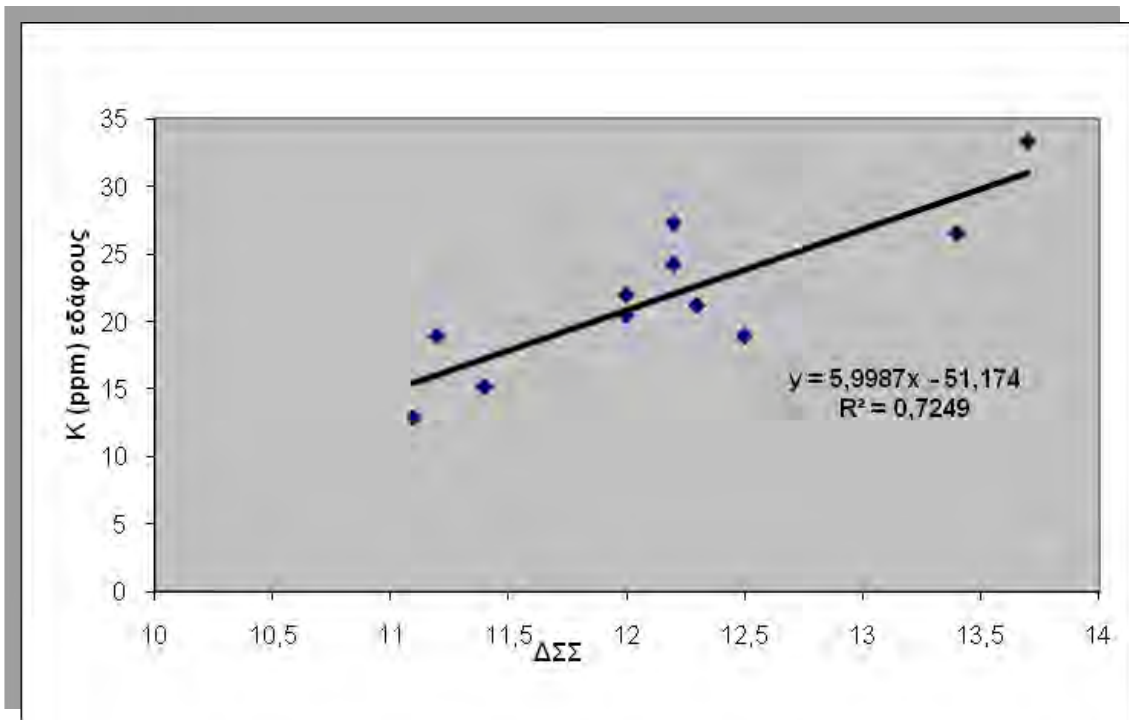


Από το διάγραμμα 54 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm συσχετίζεται θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς



Διάγραμμα 54. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

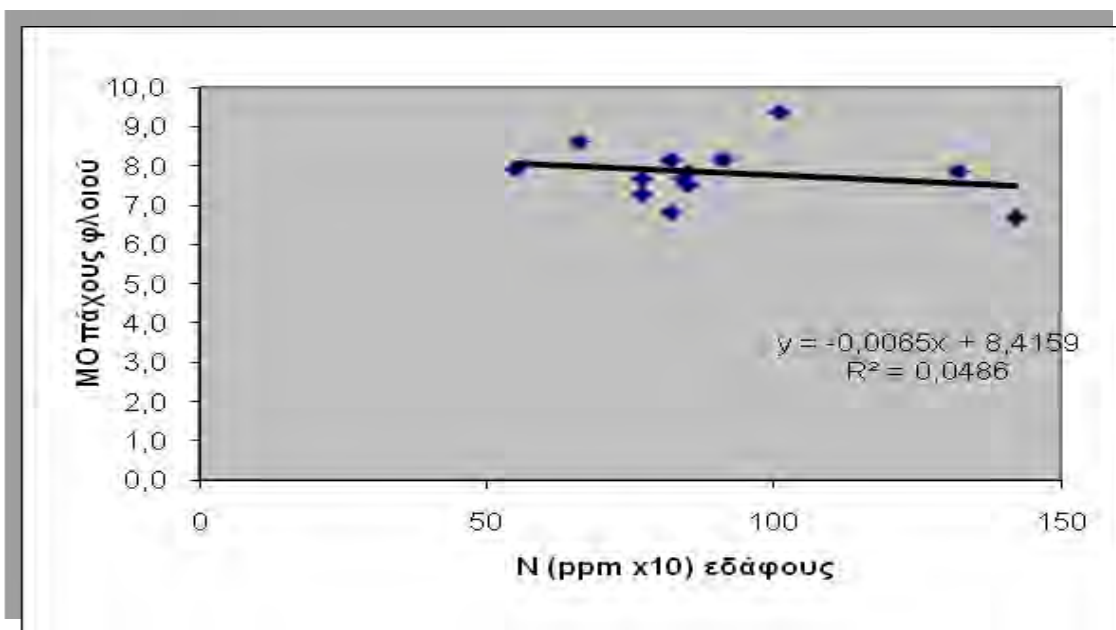
Από το διάγραμμα 55 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm συσχετίζεται θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς



Διάγραμμα 55. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τα διαλυτά στερεά συστατικά του καρπού της πορτοκαλιάς

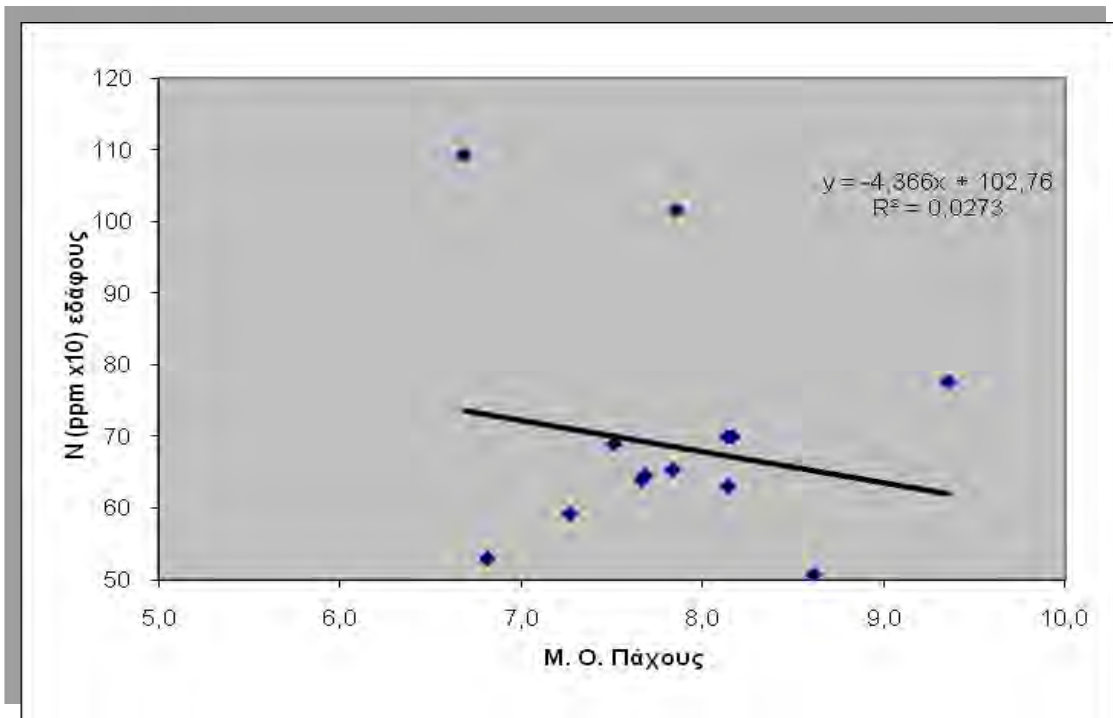
Από τα διαγράμματα 53, 54 και 55 τα οποία παριστάνουν τα διαλυτά στερεά συστατικά των καρπών της πορτοκαλιάς σε σχέση με τη συγκέντρωση Κ στα τρία βάθη, προκύπτει ότι το πρώτο βάθος δε συσχετίζεται με τα διαλυτά στερεά συστατικά, το δεύτερο έχει μικρή θετική συσχέτιση και το τρίτο βάθος συσχετίζεται θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Βασιλακάκη και Θεριού 1996.

Από το διάγραμμα 56 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς.



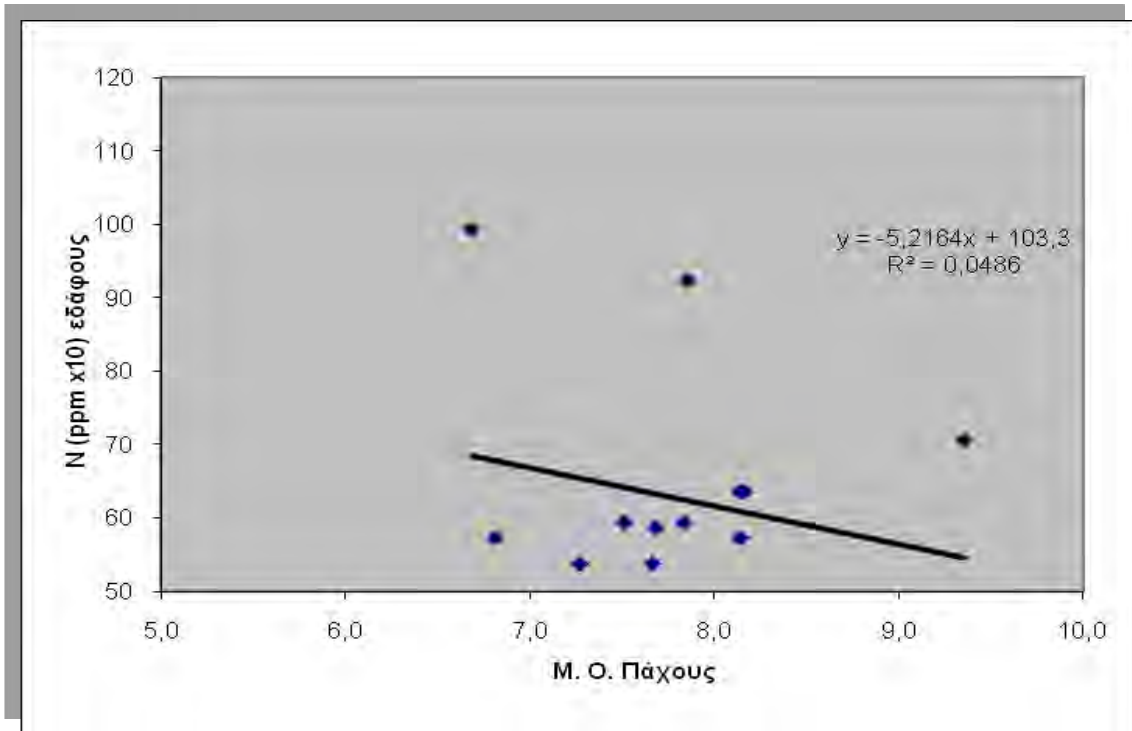
Διάγραμμα 56. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 57 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 57. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

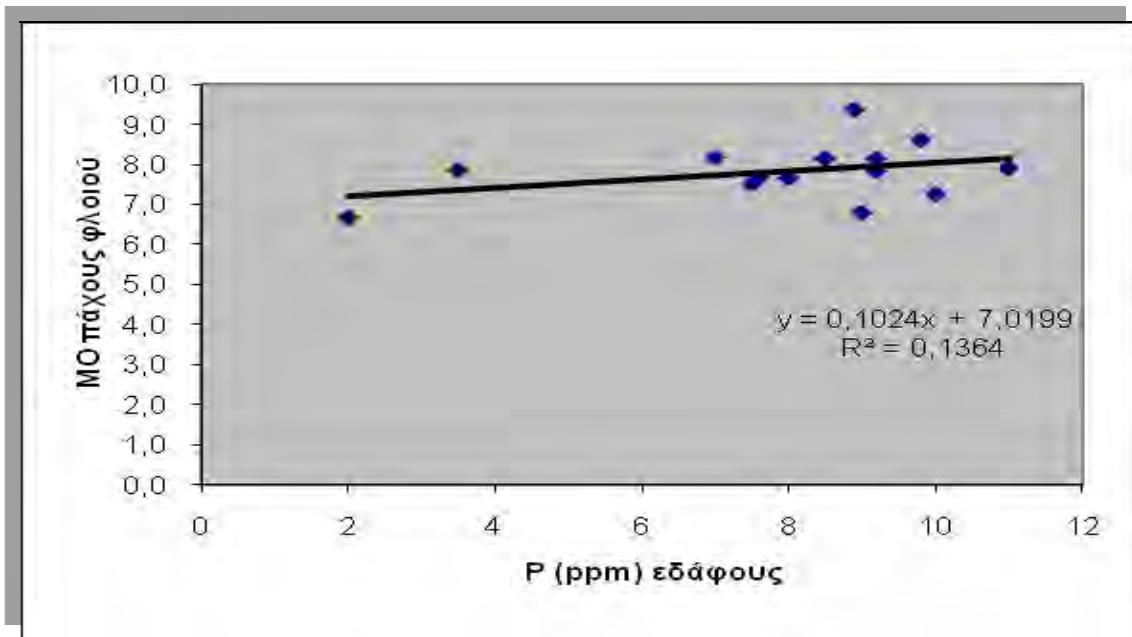
Από το διάγραμμα 58 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 58. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

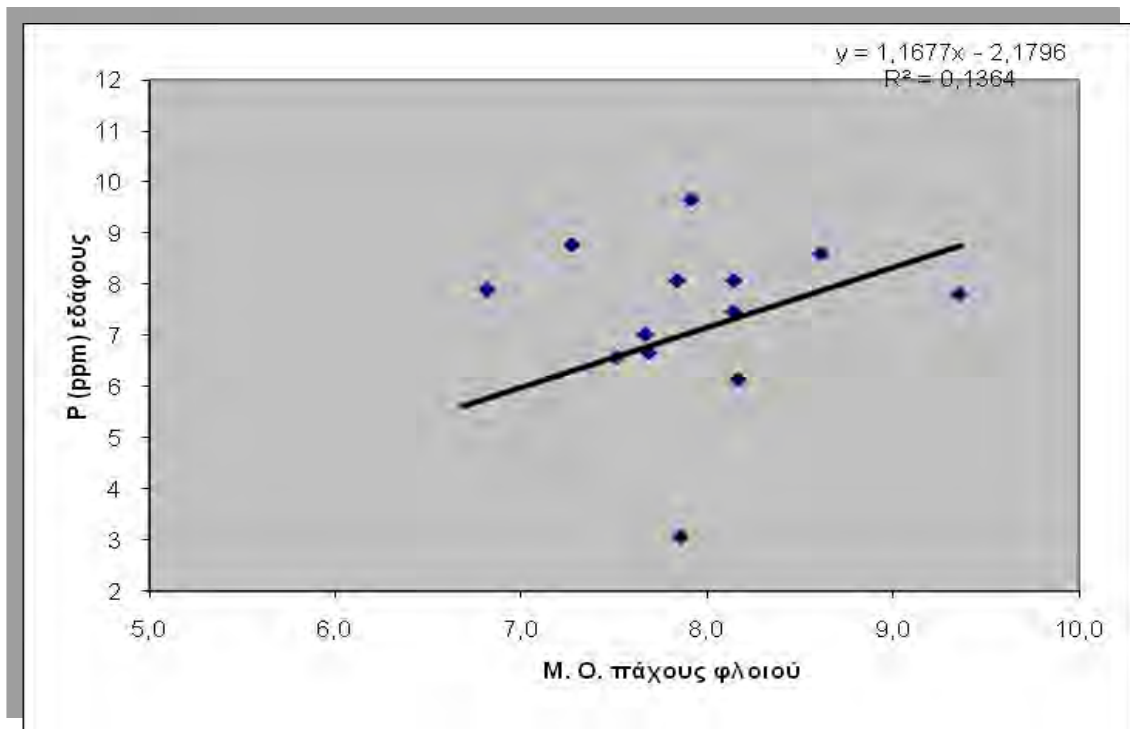
Από τα διαγράμματα 56, 57 και 58 τα οποία παριστάνουν το μέσο όρο πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς με σχέση με τη συγκέντρωση του N στα τρία βάθη προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

Από το διάγραμμα 59 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς.



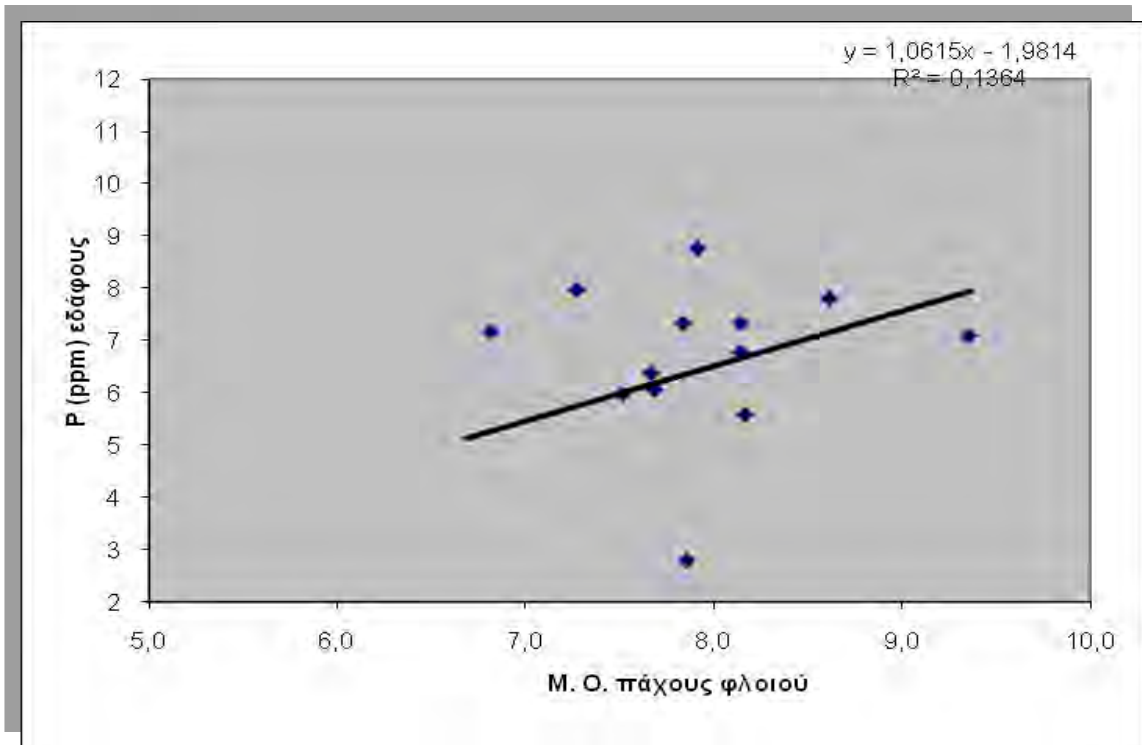
Διάγραμμα 59. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 60 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 60. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 61 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς.

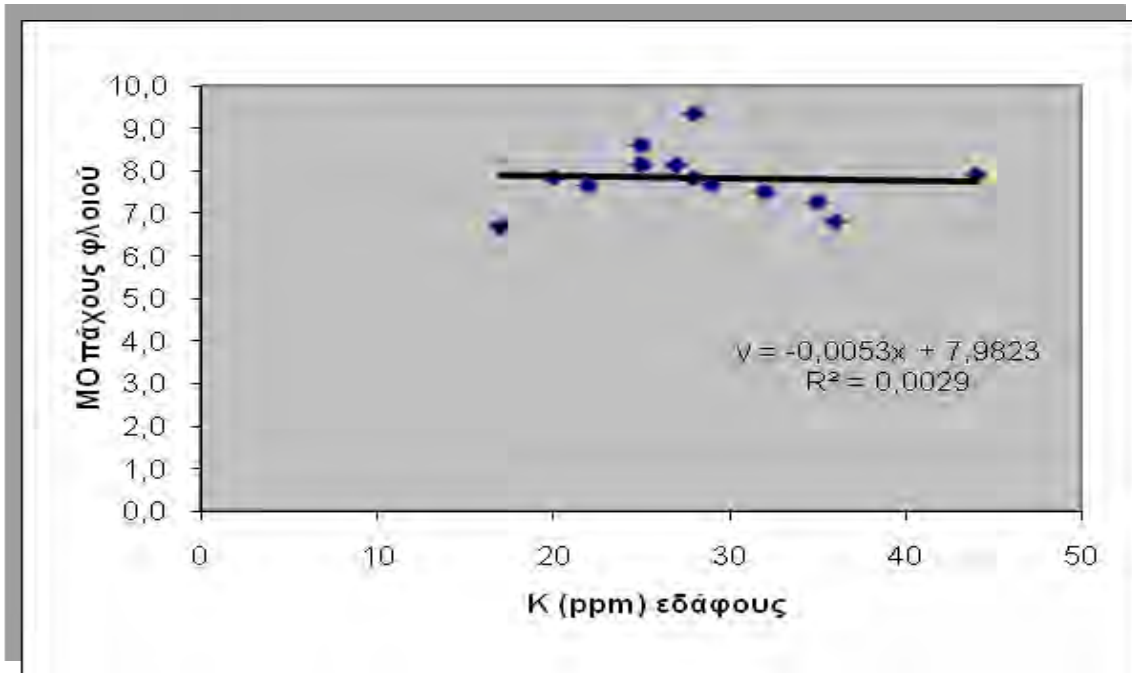


Διάγραμμα 61. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

Από τα διαγράμματα 59, 60 και 61 τα οποία παριστάνουν το μέσο όρο πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς με σχέση με τη συγκέντρωση του P στα τρία βάθη προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

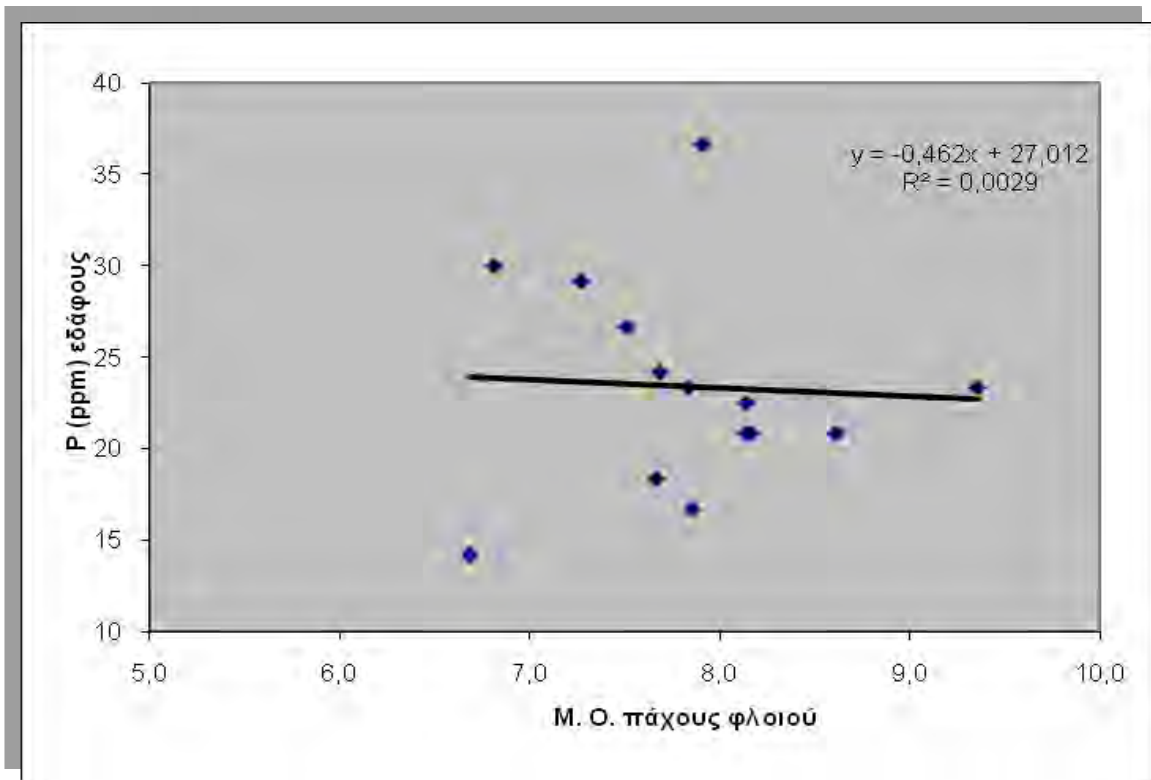


Από το διάγραμμα 62 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς.



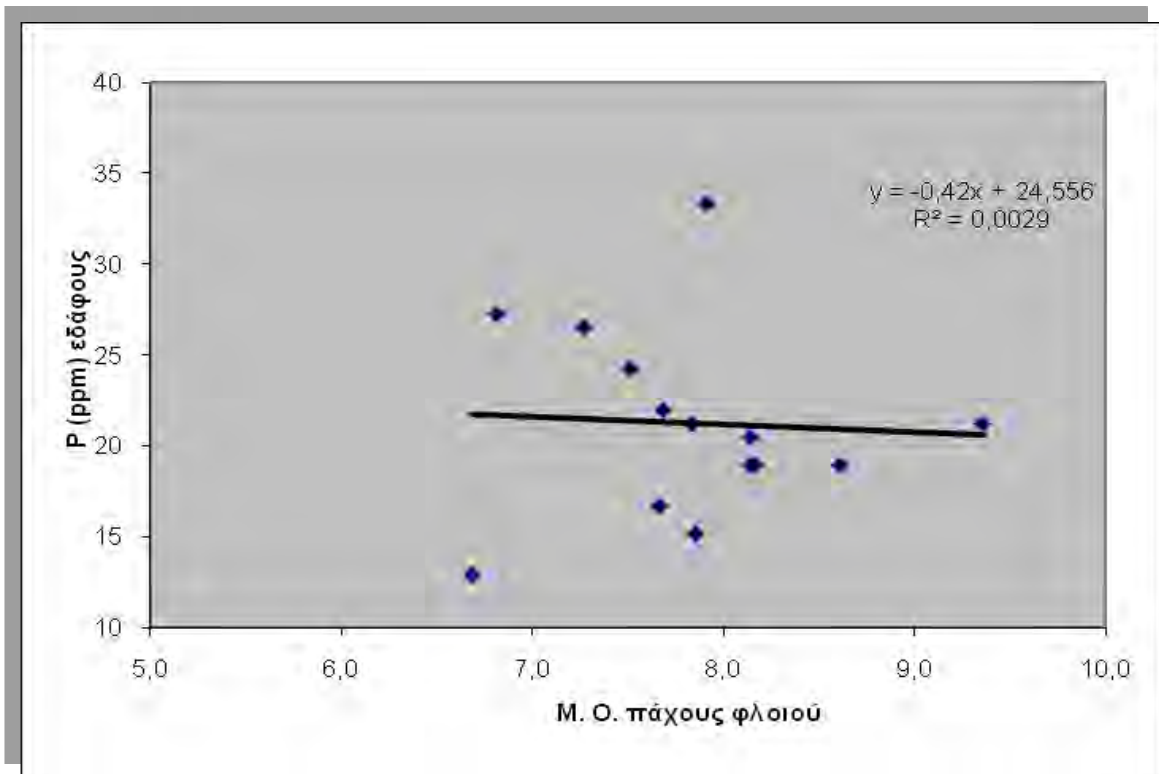
Διάγραμμα 62. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 63 και την τιμή συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 63. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

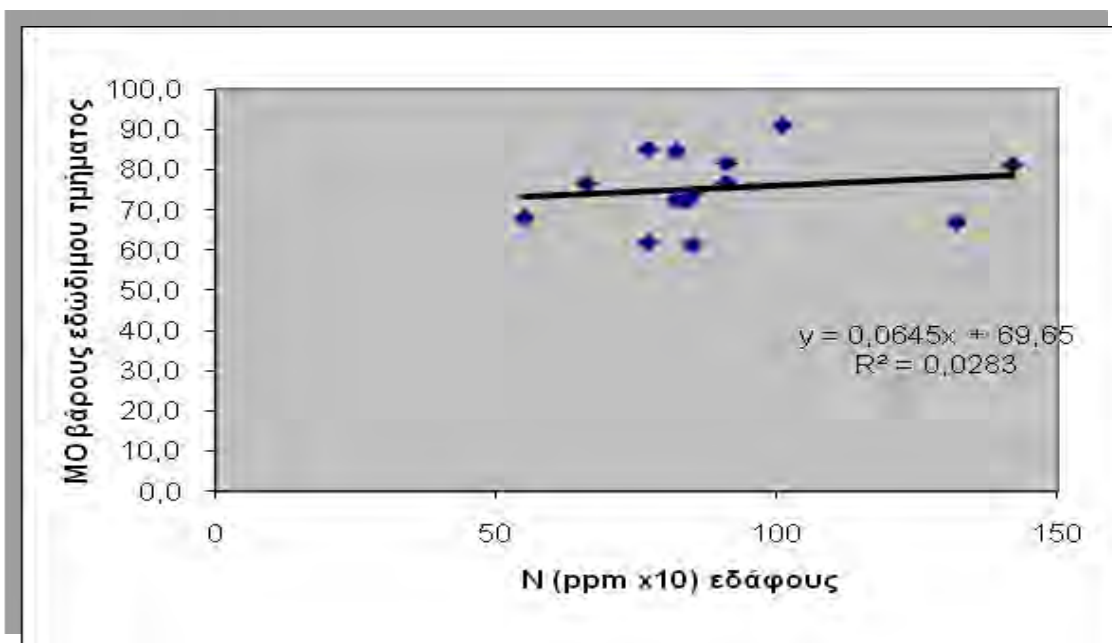
Από το διάγραμμα 64 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του πάχους των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 64. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς

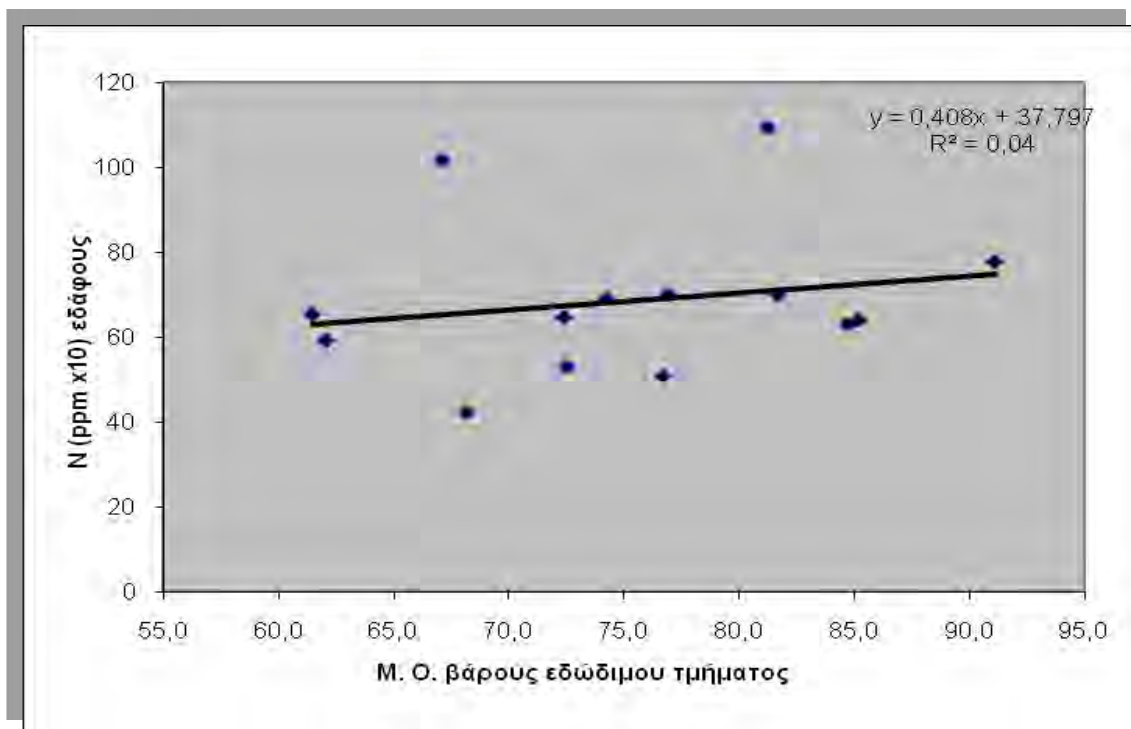
Από τα διαγράμματα 62, 63 και 64 τα οποία παριστάνουν το μέσο όρο πάχους του φλοιού των καρπών της πορτοκαλιάς με σχέση με τη συγκέντρωση του Κ στα τρία βάθη προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

Από το διάγραμμα 65 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους του εδάδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς.



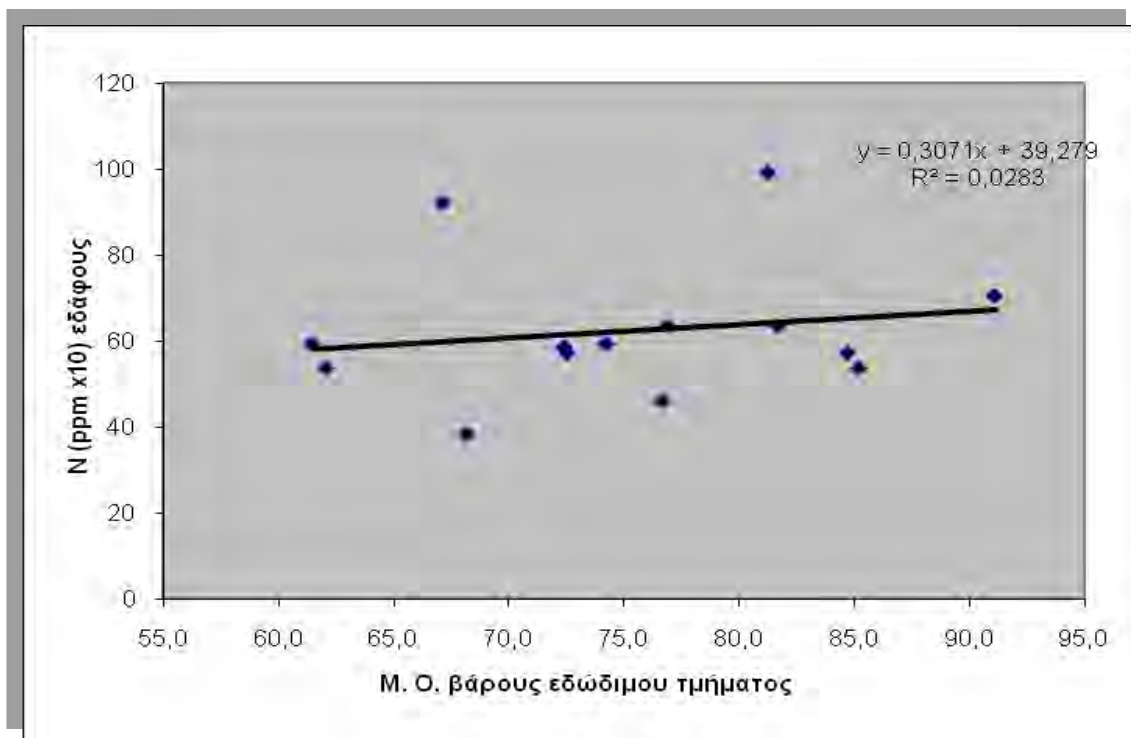
Διάγραμμα 65. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους του εδάδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 66 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 66. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς

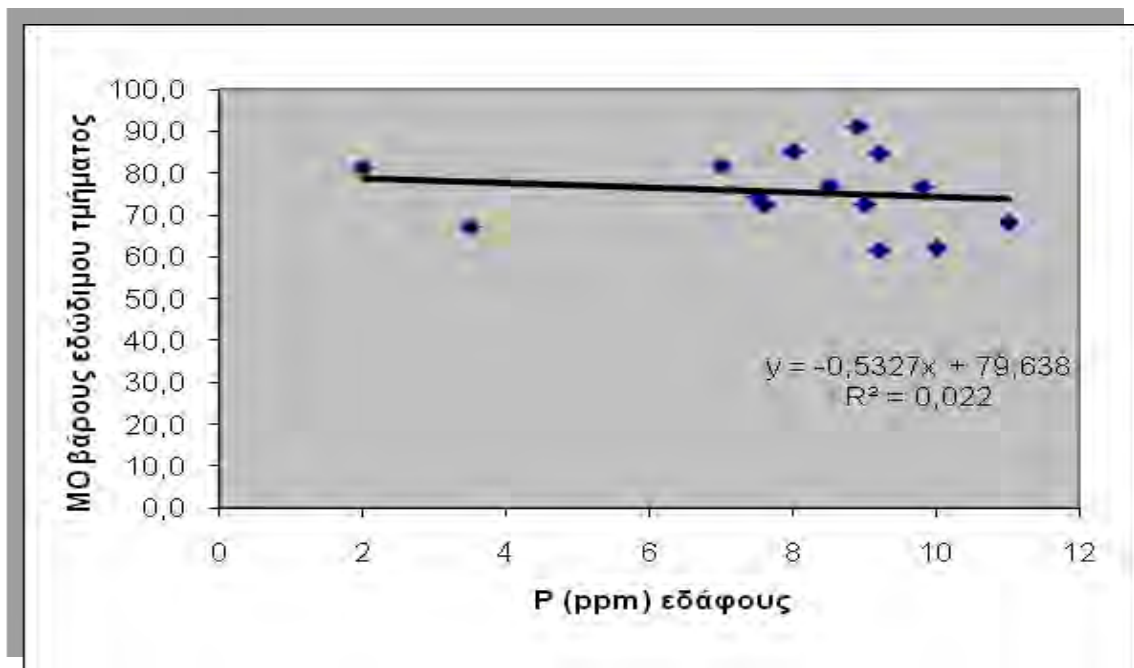
Από το διάγραμμα 67 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 67. Η συγκέντρωση N στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους των καρπών της πορτοκαλιάς

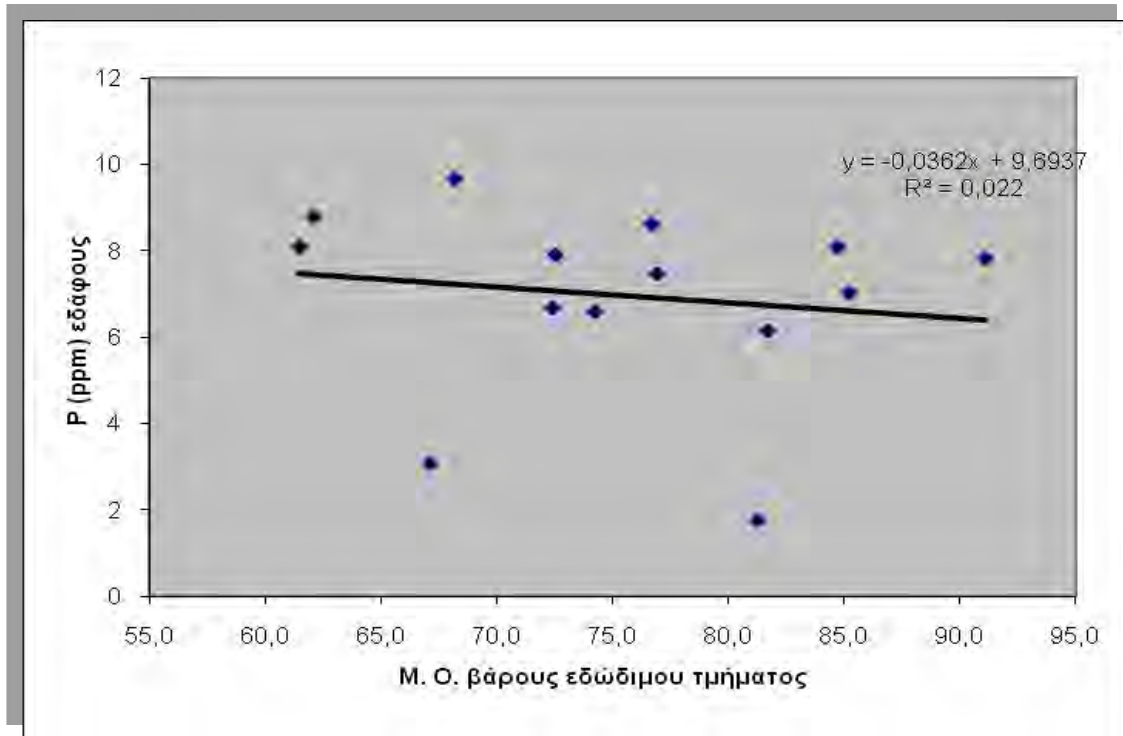
Από τα διαγράμματα 65, 66 και 67 τα οποία παριστάνουν το μέσο όρο βάρους των καρπών της πορτοκαλιάς με σχέση με τη συγκέντρωση του N στα τρία βάθη προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

Από το διάγραμμα 68 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 68. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς

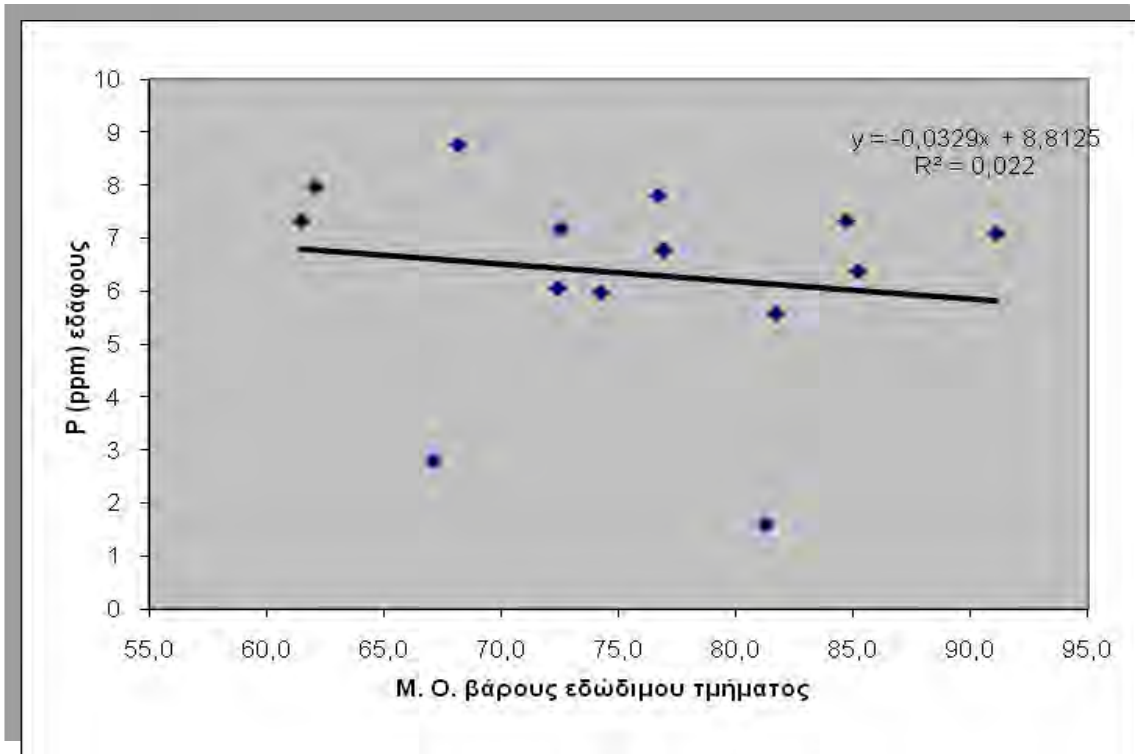
Από το διάγραμμα 69 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους του εδωδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 69. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους του εδωδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς



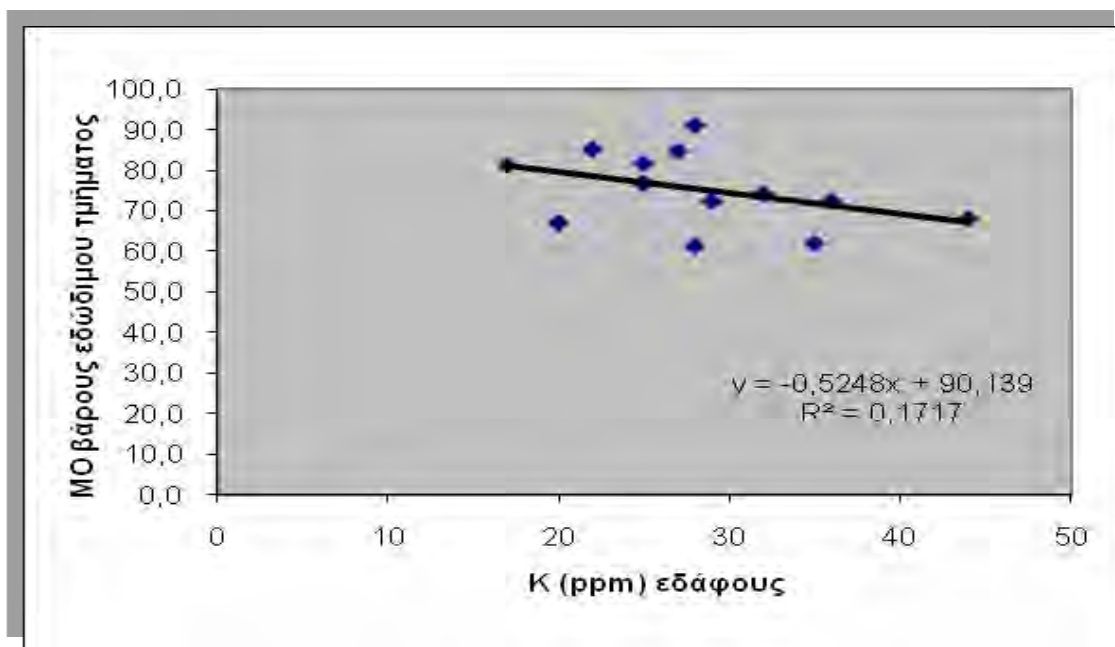
Από το διάγραμμα 70 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 70. Η συγκέντρωση P στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους των καρπών της πορτοκαλιάς

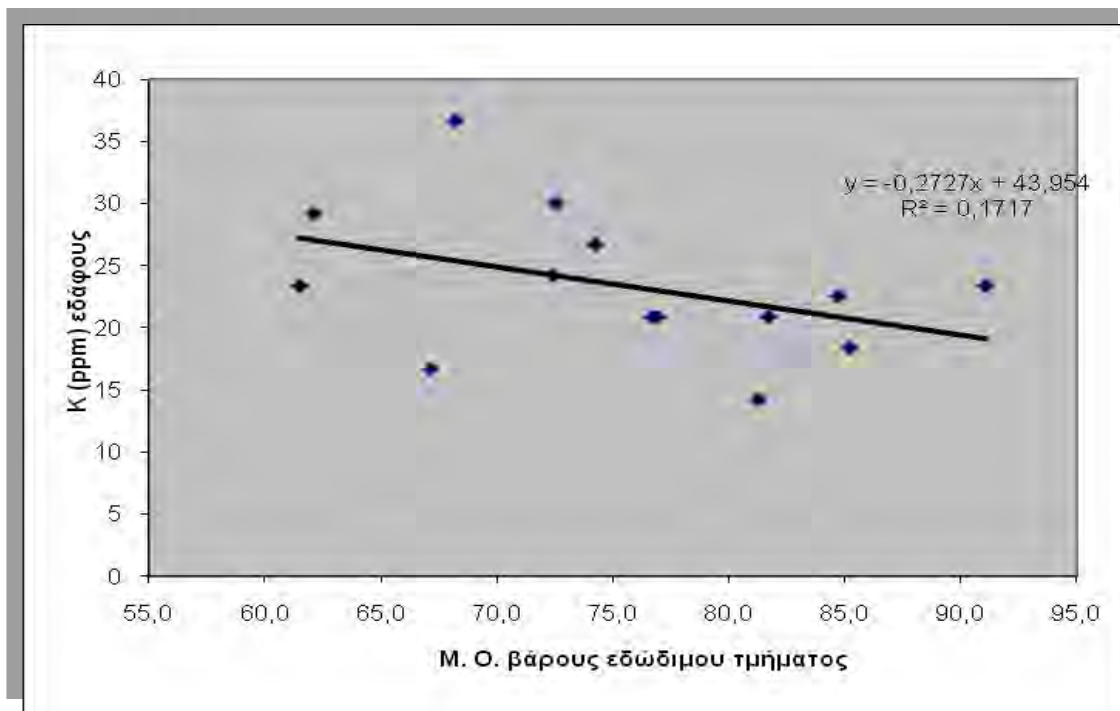
Από τα διαγράμματα 68, 69 και 70 τα οποία παριστάνουν το μέσο όρο βάρους των καρπών της πορτοκαλιάς με σχέση με τη συγκέντρωση του P στα τρία βάθη προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

Από το διάγραμμα 71 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς.



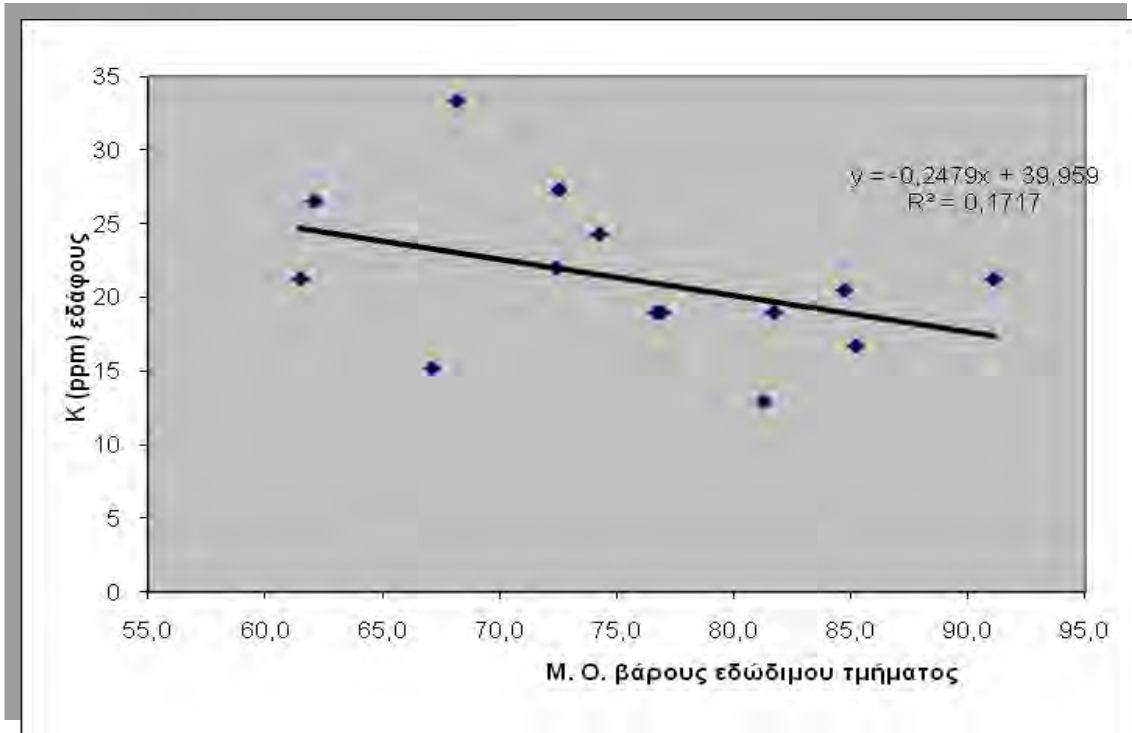
Διάγραμμα 71. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 0-30 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 72 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 72. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 30-60 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς

Από το διάγραμμα 73 και την τιμή του συντελεστή συσχέτισης ( $R^2$ ) προκύπτει ότι η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm δεν έχει συσχέτιση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς.



Διάγραμμα 73. Η συγκέντρωση Κ στο έδαφος σε βάθος 60-90 cm σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του βάρους του εδώδιμου τμήματος των καρπών της πορτοκαλιάς

Από τα διαγράμματα 71, 72 και 73 τα οποία παριστάνουν το μέσο όρο βάρους των καρπών της πορτοκαλιάς με σχέση με τη συγκέντρωση του Κ στα τρία βάθη προκύπτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους.

**Γενικά Συμπεράσματα:**

- 1) Τα διαλυτά στερεά συστατικά, ο μέσος όρος βάρους καρπού και ο μέσος όρος πάχους του φλοιού της πορτοκαλιάς δεν συσχετίζονται με το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την οργανική ουσία και το ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους.
- 2) Η οξύτητα της πορτοκαλιάς δεν συσχετίζεται με το pH, το μέσο όρο βάρους του καρπού και το μέσο όρο πάχους του φλοιού της πορτοκαλιάς, ενώ τείνει να συσχετιστεί θετικά με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους.
- 3) Το άζωτο των φύλλων έχει καλύτερη συσχέτιση με το άζωτο του εδάφους στο βάθος 0-30 cm σε σχέση με το άζωτο του εδάφους στα βάθη 30-60 cm και 60-90 cm.
- 4) Ο φώσφορος των φύλλων δεν συσχετίζεται με το φώσφορο του εδάφους σε κανένα από τα τρία βάθη.
- 5) Το κάλιο των φύλλων συσχετίζεται θετικά με το κάλιο του εδάφους και στα τρία βάθη.
- 6) Το άζωτο των φύλλων και του εδάφους έχει αρνητική συσχέτιση με τα διαλυτά στερεά συστατικά και την οξύτητα του καρπού, ενώ ο φώσφορος και το κάλιο έχουν θετική.
- 7) Το άζωτο των φύλλων δεν συσχετίζεται με το μέσο όρο βάρους καρπού, ενώ ο φώσφορος και το κάλιο συσχετίζονται αρνητικά.
- 8) Το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο του εδάφους και των φύλλων δεν συσχετίζονται με το μέσο όρο πάχους φλοιού της πορτοκαλιάς.
- 9) Το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο του εδάφους δεν συσχετίζεται με το μέσο όρο του βάρους του καρπού της πορτοκαλιάς.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Anonymous, (2000). Citrus growing in Chile  
  
[www.sardi.sa.gov.au/hort/citrus](http://www.sardi.sa.gov.au/hort/citrus)
2. Βασιλακάκης, Μ. Θεριός, Ι. (1996). Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας, Εσπεριδοειδή, p 9-33, 65-105, 214-236. Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη.
3. Βασιλακάκης, Μ.Δ. (1996). Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Δενδροκομίας, p 467-519. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
4. Brown, G. E. and Miller, W. R. (1996). Maintain fruit health after harvest, p 175-176. In Timmer L. W. and Duncan L. W. (eds). Citrus Health Management. APS press, USA.
5. Γιαννοπολίτης, Κ. Ν. (1997) Οδηγός Γεωργικών Φαρμάκων. Αγρότυπος, Αθήνα.
6. Davies, F. S., Ismail, M. A., Stover, E. W., Trucker, D. P. H. and Wheaton, T. A. (1999). 1999 Florida Citrus pest management guide: plant growth regulators.
7. Kamparth, E. J. and Watson, M. E., 1980. The Role of Phosphorus in Agriculture, Chapter 16. ASA-CSSA-SSSA, USA.
8. Ποντίκης, Κ. Α., Ειδική Δενδροκομία, Εσπεριδοειδή, 4<sup>ος</sup> τόμος, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα (2003)
9. Larsen, S., 1967. Isoionic exchange of phosphate in paddy soils. Plant and Soil 25, p. 401-407

10. Lindsay, W. L., Frazier, A. W., Stephenson, H. F., 1962.  
Identification of reaction products from phosphate fertilizers in  
soils. Soil Sc. Soc. Am. Proc. 26: 446-452. In F. E. Khasawneh et  
al. (ed).
11. MAFF., 1988. Fertilizer Recommendation. Reference Book 209.  
HMSO, London.
12. Mc Lean E. O., 1982. Soil pH and lime requirements. Pp 199-224.  
In methods of soil analysis. Eds. Al Page et al., Part 2 2<sup>nd</sup> edition.  
Agronomy. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
13. Methods of Soil Analysis, 1994
14. Μήτσιος Κ. Ιωάννης, (2004). Γονιμότητα Εδαφών, Θρεπτικά  
στοιχεία των φυτών (μακροθρεπτικά, μικροθρεπτικά) και Βαρέα  
Μέταλλα – Μέθοδοι και Εφαρμογές. Βόλος, 2004
15. Μήτσιος Κ. Ιωάννης, (1999). Εδαφολογία 2<sup>η</sup> Έκδοση.
16. Μήτσιος Κ. Ιωάννης (1994). Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη  
χρήση λιπασμάτων στις καλλιέργειες. Πανεπιστημιακή Έκδοση,  
Βόλος.
17. Weaton, T. A., Castle, W. S., Whitney, J. D. and Tucker D. P. H.  
(1999). Horticultural practices for citrus health, p 57. In Timmer,  
L. W. and Duncan, L. W. (eds). Citrus Health Management. APS  
Press, USA.