



ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πτυχιακή Εργασία



Επίδραση της προσθήκης Υγρών Αποβλήτων Ελαιουργείου σε διαφορετικά εδάφη,
στην ανάπτυξη και την παραγωγή φυτών μαρουλιού και πιπεριάς
και μελέτη της αλληλεπίδρασης τους με αζωτούχο και φωσφορική λίπανση.



Σπυδαστής: Σιδέρης Αναστάσιος

Εισηγητής: Καραμπέτσος Ιωάννης

Καλαμάτα, 2006



ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



τυχιακή Εργασία

πίδραση της προσθήκης Υγρών Αποβλήτων Ελαιουργείου σε διαφορετικά εδάφη,
στην ανάπτυξη και την παραγωγή φυτών μαρουλιού και πιπεριάς
και μελέτη της αλληλεπίδρασης τους με αζωτούχο και φωσφορική λίπανση.

Σπυδαστής: Σιδέρης Αναστάσιος

Εισηγητής: Καραμπέτσος Ιωάννης

Καλαμάτα, 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	04
A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	05
1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	05
2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟΥ.....	08
3. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	13
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	13
3.2 ΟΓΚΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΑΕ.....	14
3.2.1 Ο όγκος των ΥΑΕ.....	14
3.2.2 Σύσταση των ΥΑΕ.....	15
3.2.3 Ρυπογόνος δύναμη των ΥΑΕ.....	18
3.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΥΑΕ.....	19
3.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΑΕ.....	21
3.4.1 Γενικές πληροφορίες.....	21
3.4.2 Ελεγχόμενη εφαρμογή σε εδαφικούς αποδέκτες.....	22
3.4.3 Παροχέτευση των ΥΑΕ σε επιφανειακά νερά και στη θάλασσα.....	23
3.4.4 Φυσικοχημικές μέθοδοι.....	24
3.4.5 Βιολογικές μέθοδοι.....	25
3.4.6 Εκμετάλλευση ΥΑΕ σε παραγωγικές δραστηριότητες.....	25
α. Παραγωγή βιοαερίου.....	25
β. Παραγωγή compost.....	26
γ. Απομόνωση φαινολικών συστατικών.....	26
δ. Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών.....	27
ε. Καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών.....	27
4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΥΑΕ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	27
4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	27
4.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	28
4.3 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	29
4.4 ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ.....	29
4.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΔΑΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ.....	30
4.6 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	31

B. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....32

1. ΑΡΧΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	32
2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	33
3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	37
4. ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	37
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΥΑΕ.....	37
6. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	38
6.1 ΠΙΠΕΡΙΑ.....	38
6.2 ΜΑΡΟΥΛΙ.....	38
7. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	38
7.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑ ΕΔΑΦΗ.....	39
7.1.1 Μέτρηση pH.....	39
7.1.2 Χρωματομετρικός προσδιορισμός διαθέσιμου εδαφικού Φωσφόρου με τη μέθοδο Olsen.....	40
7.1.3 Προσδιορισμός ανταλλάξιμου K.....	41
7.1.4 Προσδιορισμός DTPA-Fe-Mg-Cu-Zn.....	41
7.1.5 Προσδιορισμός ανταλλάξιμου Ca – Mg.....	42
7.1.6 Προσδιορισμός ανταλλάξιμου Na	42
7.1.7 Προσδιορισμός της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων (I.A.K.) του εδάφους.....	42
7.1.8 Προσδιορισμός ολικού N.....	43
7.1.9 Προσδιορισμός διαθεσιμότητας N με τη μέθοδο της αναεροβικής επώασης...44	
7.1.10 Προσδιορισμός οργανικής ουσίας εδάφους κατά Walkey-Black.....	45
7.1.11 Προσδιορισμός Ηλεκτρικής αγωγιμότητας	46
7.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	46
7.2.1 Προσδιορισμός ολικού N.....	46
7.2.2 Καύση για ανάλυση ολικού P-K-Ca-Mg-Na-Fe-Mn-Cu-Zn.....	47

Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....48

1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	48
1.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΡΠΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ.....	48

1.1.1 Αμμώδες έδαφος.....	48
1.1.2 Πηλώδες έδαφος.....	51
1.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΑΡΟΥΛΙΩΝ ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ.....	54
1.2.1 Αμμώδες έδαφος.....	54
1.2.2 Πηλώδες έδαφος.....	56
2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	60
2.1 ΑΜΜΩΔΕΣ ΕΔΑΦΟΣ.....	60
2.2 ΠΗΛΩΔΕΣ ΕΔΑΦΟΣ.....	71
3. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	81
Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-ΠΙΝΑΚΕΣ.....	96

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των υποχρεώσεων μου για τη λήψη του πτυχίου από το Τμήμα Φυτικής Παραγωγής της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Καλαμάτας.

Το πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκε στον αγρό και τον εργαστηριακό χώρο του Εθνικού Ινστιτούτου Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.) Καλαμάτας, ενώ οι εργαστηριακές αναλύσεις στο εργαστήριο Εδαφολογίας & Γεωργικής Χημείας του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της επίδρασης της εφαρμογής των Υγρών Αποβλήτων Ελαιουργείας σε καλλιέργεια φυτών πιπεριάς και μαρουλιού.

Στο σύντομο αυτό πρόλογο μου θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Κωνσταντίνο Οιχαλιώτη, λέκτορα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την απεριόριστη βοήθεια την οποία μου προσέφερε κατά την διεξαγωγή του πειράματος αλλά και κατά την συγγραφή της παρούσας εργασίας, χωρίς την οποία δεν θα ήταν δυνατή η αποπεράτωση της.

Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω επίσης στον κ. Γεώργιο Ζερβάκη, προϊστάμενο του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. Καλαμάτας για την διάθεση του αγρού αλλά και του εργαστηρίου του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., καθώς και για την βοήθεια που γενικότερα μου προσέφερε στα πλαίσια της διεξαγωγής του πειραματικού μέρους της μελέτης αυτής.

Τέλος με αφορμή το ότι η πτυχιακή μου μελέτη αυτή σημαίνει το τέλος των σπουδών μου θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στους γονείς μου οι οποίοι με στήριζαν ηθικά αλλά και οικονομικά σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου αλλά και κατά τη διεξαγωγή της παρούσας μελέτης.

Σιδέρης Αναστάσιος

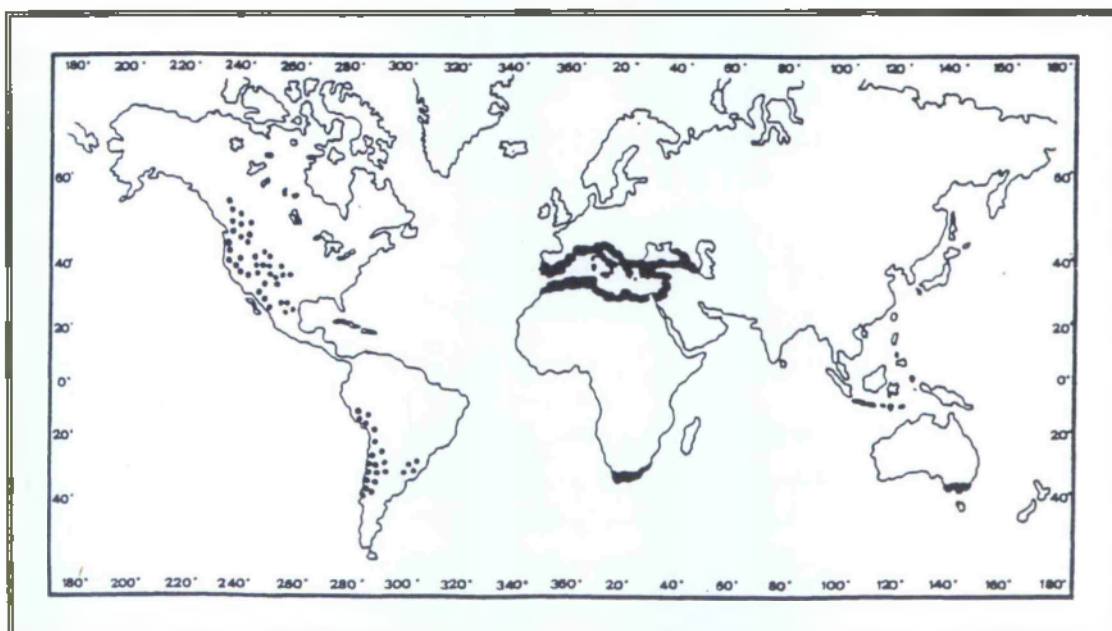


Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η ελιά είναι ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα δένδρα στον κόσμο. Η εμφάνιση της χάνεται στην προϊστορική εποχή (Hurley, 1919). Ο δρόμος όμως που ακολούθησε η εξάπλωσή της με το πέρασμα του χρόνου παραμένει αδιευκρίνιστος.

Σήμερα η ελιά είναι από τις σπουδαιότερες εύκρατες δενδρώδεις καλλιέργειες της Μεσογειακής ζώνης, όπου είναι συγκεντρωμένο το 98% από το σύνολο των ανά τον κόσμο καλλιεργούμενων ελαιόδεντρων. Στο σχήμα και στον πίνακα που ακολουθούν (Σχήμα 1, Πίνακας 1) φαίνονται οι τόποι καλλιέργειας ανά τον κόσμο. Σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (Δ.Σ.Ε.) η ετήσια παραγωγή ελαιολάδου ανά τον κόσμο, αλλά και η ετήσια παραγωγή ελαιολάδου σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης χαρακτηρίζεται από μια αυξητική τάση.



Σχήμα 1: Τόποι καλλιέργειας ελαιόδεντρου ανά τον κόσμο (Κυριτσάκης, 1988)

Πίνακας 1: Καλλιεργούμενη έκταση και αριθμός ελαιόδενδρων στις βασικότερες χώρες παραγωγής ελαιόλαδου (Ποντίκης, 2000).

Α/Α	ΧΩΡΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΙΟΔΕΝΔΡΩΝ
1	Ισπανία	23.400.000	200.000.000
2	Ιταλία	22.500.000	185.000.000
3	Ελλάδα	5.220.000	97.000.000
4	Πορτογαλία	11.100.000	50.000.000
5	Τουρκία	7.320.000	72.000.000
6	Κύπρος	128.000	2.450.000
7	Γαλλία	410.000	5.650.000
8	Ισραήλ	110.000	1.130.000
9	Λίβανος	268.000	5.360.000
10	Λυβία	1.140.000	4.450.000
11	Γιουγκοσλαβία	340.000	5.000.000
12	Αλγερία	1.270.000	10.100.000
13	Ιορδανία	550.000	11.000.000
14	Μαρόκο	2.220.000	22.000.000
15	Συρία	1.420.000	18.800.000
16	Τυνησία	12.400.000	52.000.000
17	Αργεντινή	700.000	7.000.000
18	Η.Π.Α.	440.000	4.500.000
19	Μεξικό	150.000	1.540.000
20	Χιλή	40.000	750.000
21	Περού	67.000	670.000
22	Υπόλοιπες Χώρες	10.897.000	43.500.000
Σύνολο		100.000.000	800.000.000

Στην χώρα μας καλλιεργούνται περίπου 98.000.000 ελαιόδεντρα και η μέση ετήσια παραγωγή ελαιόκαρπου εκτιμάται πως ανέρχεται στους 800.000 – 900.000 τόνους. Μεγάλη συγκέντρωση ελαιόδεντρων για την παραγωγή λαδιού παρατηρείται στις θερμότερες και ξηρότερες περιοχές της χώρας, όπως στην Κρήτη, στα νησιά του Αιγαίου (Μυτιλήνη), στην Πελοπόννησο και στα νησιά του Ιονίου (πίνακας 2). Οι επιτραπέζιες ελιές παράγονται σε δροσερότερες και σε παραθαλάσσιες περιοχές όπως, στην κοιλάδα της Άμφισσας, της Λαμίας, στο Βόλο, στη Μεσσηνία, στη Σπάρτη, στο Αγρίνιο, στην Άρτα και στη Χαλκιδική.

Πίνακας 2: Αριθμός ελαιόδεντρων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα, στη χώρα μας (Ποντίκης, 2000).

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΩΝ
Περιφέρεια πρωτεύουσας	36.255
Λοιπή στερεά Ελλάδα και Εύβοια	24.583.507
Πελοπόννησος	44.227.507
Νησιά Ιονίου	7.388.296
Ήπειρος	3.376.381
Θεσσαλία	6.992.708
Μακεδονία	6.392.304
Θράκη	479.790
Νησιά Αιγαίου	16.853.589
Κρήτη	30.523.061
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	140.853.837

Η Ελλάδα, καταλαμβάνει την Τρίτη θέση παγκοσμίως μεταξύ των ελαιοπαραγωγών χωρών με μία μέση παραγωγή 270.000 τόνων, που αντιπροσωπεύει περίπου το 20% της κοινοτικής ελαιοπαραγωγής.

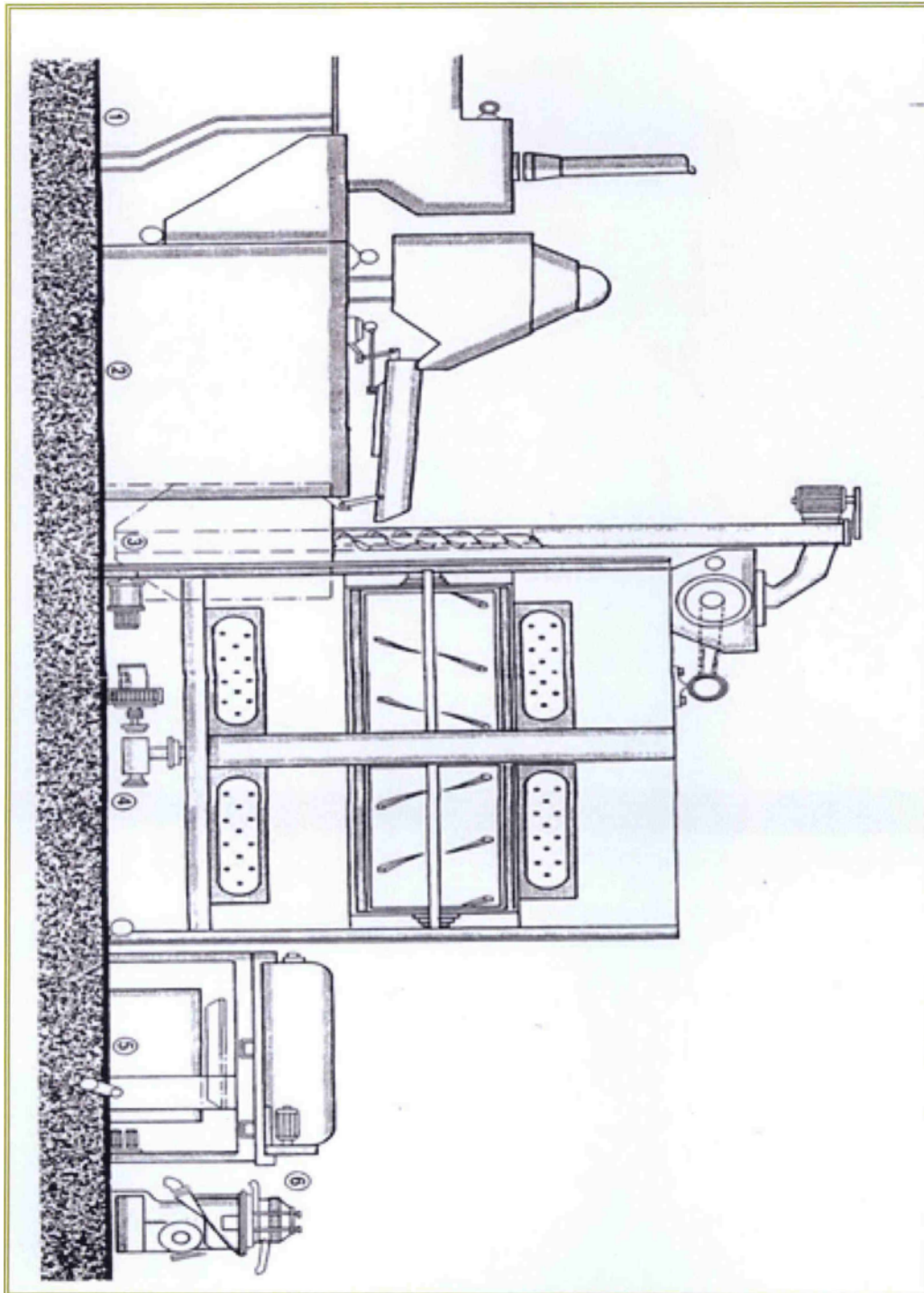
2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟΥ

Στην παρούσα μελέτη καθότι αναφερόμαστε σε υγρά απόβλητα που παράγονται σε ελαιουργεία θα ήταν σημαντικό να γνωρίζουμε τη διαδικασία παραγωγής του ελαιόλαδου και τους παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και φυσικά καθορίζουν τα χαρακτηριστικά των εξερχόμενων αποβλήτων.

Μετά τη συλλογή του ο ελαιόκαρπος μεταφέρεται στο ελαιουργείο όπου θα υποβληθεί σε επεξεργασία για την παραγωγή του ελαιόλαδου.

Τα βασικά μηχανήματα ενός σύγχρονου ελαιουργείου με τα οποία γίνεται η επεξεργασία του ελαιόκαρπου είναι:

- Το αποφυλλωτήριο, στο οποίο απομακρύνονται τα φύλλα της ελιάς που τυχόν έχουν συγκομισθεί μαζί με τον καρπό.
- Το πλυντήριο, όπου ο ελαιόκαρπος πλένεται.
- Ο σπαστήρας, όπου γίνεται το σπάσιμο (άλεσμα) του ελαιόκαρπου.
- Ο μαλακτήρας, όπου γίνεται η επεξεργασία της ελαιοζύμης. Κατά τη φάση αυτή η ελαιοζύμη θερμαίνεται (μέχρι τους 25⁰C) με ζεστό νερό το οποίο κυκλοφορεί εξωτερικά στα τοιχώματα του μαλακτήρα και υποβάλεται σε ήπια ανάμειξη (μάλαξη) για 20-30 λεπτά. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η έξοδος του λαδιού από τα φυτικά κύτταρα καθώς και η συνένωση των μικρών σταγόνων με τις μεγαλύτερες.
- Ο φυγοκεντρικής (decanter) οριζόντιας διάταξης, όπου γίνεται ο διαχωρισμός του ελαιόλαδου από τα στερεά συστατικά (ελαιοπυρήνας) και τα απόνερα (νερό και φυτικά υγρά). Πριν την φυγοκέντριση, η ελαιοζύμη αραιώνεται με άφθονο νερό για τη διευκόλυνση του διαχωρισμού του λαδιού από τα άλλα συστατικά. Όταν κρίνεται σκόπιμο τα απόνερα περνάνε πάλι από τον φυγοκεντρική για την παραλαβή λαδιού που τυχόν ξέφυγε.
- Ο ελαιοδιαχωριστήρας κάθετης διάταξης, όπου γίνεται ο τελικός καθαρισμός του λαδιού από τυχόν ξένες ύλες που μπορεί να συγκρατήθηκαν κατά τη φυγοκέντριση.

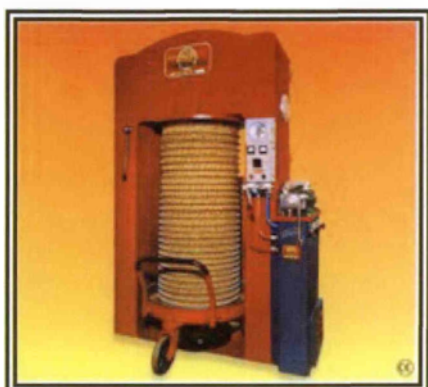


Σχήμα 2: Σχηματική παράσταση των επιμέρους μηχανημάτων ενός σύγχρονου ελαιουργικού συγκροτήματος. 1.Αποφύλλωτήριο, 2.Πλυντήριο, 3.Αναβατήριο-Σπαστήρας, 4.Μαλακτήρας, 5.Φυγοκεντητής (Decanter), 6.Ελαιδιαχωριστήρας. (Κυριτσάκης, 1993).

Παράγοντες που κατά την επεξεργασία του ελαιόκαρπου μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του παραλαμβανόμενου ελαιόλαδου, είναι κυρίως:

- Η θερμοκρασία στην οποία θερμαίνεται η ελαιοζύμη κατά τη μάλαξη, η οποία δεν πρέπει να ξεπερνά τους 30 °C.
- Η έκθεση της ελαιοζύμης στον αέρα (που οδηγεί σε οξείδωση) η οποία σε καλής κατασκευής μαλακτήρες περιορίζεται σημαντικά.
- Η παρουσία στο λάδι ιχθών μετάλλων, η οποία αποφεύγεται αν όλες οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον καρπό, την ελαιοζύμη και το λάδι είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτα μέταλλα καλής ποιότητας.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ελαιοτριβείων στη χώρα μας (γύρω στο 80%) είναι φυγοκεντρικά και λειτουργούν με τον παραπάνω τρόπο. Εξακολουθούν όμως να υπάρχουν και λίγα παλαιού τύπου ελαιουργεία (πιεστήρια) στα οποία γίνεται ο διαχωρισμός του λαδιού με υδραυλική πίεση (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Υδραυλικό πιεστήριο διαχωρισμού λαδιού

Μία σημαντική βελτίωση στα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία είναι η προσθήκη της λεγόμενης **μονάδας Sinolea** (Εικόνα 2), η οποία διαχωρίζει το ελαιόλαδο με ένα πιο φυσικό τρόπο (εκλεκτική διήθηση ή συνάφεια), χωρίς να γίνεται προηγουμένως μάλαξη και αραιώση της ελαιοζύμης με νερό. Το ελαιόλαδο που παραλαμβάνεται με αυτόν τον τρόπο είναι καλύτερης ποιότητας καθώς περιέχει περισσότερα αρωματικά συστατικά και έχει υποστεί λιγότερες αλλοιώσεις. Έτσι έχει αναπτυχθεί ο λεγόμενος τύπος μεικτού ελαιουργείου, στην οποία η ελαιοζύμη διοχετεύεται πρώτα στη μονάδα Sinolea, όπου παραλαμβάνεται το 70-80% του λαδιού και μετά υποβάλλεται σε

μάλαξη και αραίωση με νερό και διοχετεύεται στον οριζόντιο φυγοκεντριτή για να παραληφθεί το υπόλοιπο λάδι (Κυριτσάκης, 1996).



Εικόνα 2: Δυο παραλλαγές της μονάδας Sinolea.

Όσον αφορά τους φυγοκεντριτές (decanters), ένας νέος τους τύπος είναι ο φυγοκεντριτής δύο φάσεων ή οικολογικός (dual phase decanter), (Εικόνα 3), σε αντίθεση με τον κλασικό φυγοκεντριτή που ονομάζεται φυγοκεντριτής τριών φάσεων. Ο νέος αυτός φυγοκεντριτής δεν χρειάζεται αραίωση της ελαιοζύμης με νερό και τη διαχωρίζει τελικά σε δύο φάσεις, στο ελαιόλαδο και στον ελαιοπυρήνα. Ο κλασικός τύπος φυγοκεντριτή, όπως προαναφέρθηκε απαιτεί αραίωση με πολύ νερό και τη διαχωρίζει σε τρεις φάσεις, το ελαιόλαδο, τον ελαιοπυρήνα και τα απόνερα.



Εικόνα 3: Φυγοκεντριτής δυο φάσεων.

Το μεγάλο πλεονέκτημα των φυγοκεντριτών δύο φάσεων είναι ότι δεν δίνουν απόνερα ή δίνουν ελάχιστα και έτσι περιορίζουν στο ελάχιστο το πρόβλημα της διάθεσης των ΥΑΕ. Οι φυγοκεντριτές δύο φάσεων έχουν την ίδια ή λίγο καλύτερη απόδοση από ότι οι κλασικοί και δίνουν δίνουν ελαιόλαδο με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και άλλες φυσικές αντιοξειδωτικές ουσίες. Τα μειονεκτήματα τους είναι ότι αφήνουν περισσότερη υγρασία στον ελαιοπυρήνα , ο οποίος παίρνει μάλλον υδαρή υφή, γεγονός που δυσκολεύει την μεταφορά και περαιτέρω επεξεργασία του στα πυρηνελαιουργεία (Κυριτσάκης, 1996).

3. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ



3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Το κύριο προϊόν της ελαιουργείας είναι το ελαιόλαδο, διαφόρων κατηγοριών, ανάλογα με την περίπτωση. Το δευτερεύοντα προϊόντα είναι αυτά που απομένουν από την πρώτη ύλη μετά το διαχωρισμό του λαδιού και τα οποία είναι τα φυτικά υγρά και ο ελαιοπυρήνας. Όπως σε όλες τις βιομηχανίες τροφίμων, τα δευτερεύοντα προϊόντα, όταν είναι τελειώς άχρηστα καλούνται απόβλητα και όταν περιέχουν χρήσιμα συστατικά και αποτελούν αντικείμενο περαιτέρω επεξεργασίας, καλούνται υποπροϊόντα.

Ειδικά, στην περίπτωση της ελαιουργείας τα φυτικά υγρά, γνωστά και ως λιόζουμα ή κατσίγαρος, είναι προϊόν χωρίς εμπορική αξία, τυπικό απόβλητο της ελαιουργείας που πρέπει να διαχειριστεί κατάλληλα προκειμένου να προστατευθεί από τη ρύπανση το περιβάλλον. Συμβαίνει όμως, τα απόβλητα των ελαιουργείων να περιέχουν πολύτιμα συστατικά (σάκχαρα, πρωτεΐνες σε μικρότερο βαθμό, υπολείμματα λαδιού, φαινολικές ουσίες, χρωστικές και κυρίως χλωροφύλλες), τα οποία όμως διαχωρίζονται υπό καθαρή μορφή με υψηλό και σχεδόν πάντοτε απαγορευτικό οικονομικό κόστος.

Αντίθετα ο ελαιοπυρήνας, έχει εμπορική αξία την ώρα διαχωρισμού του λαδιού, γιατί περιέχει αυξημένα ποσοστά ελαιόλαδου και αποτελεί πρώτη ύλη για τα πυρηνελαιουργεία. Ο ελαιοπυρήνας βρίσκει διάφορες εφαρμογές και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως «απόβλητο» της ελαιουργείας.

Τα φυτικά υγρά είναι τυπικά απόβλητα της ελαιουργείας, με βαρύτατο ρυπαντικό φορτίο, που έχουν δημιουργήσει πολύ σοβαρά, δυσεπίλυτα και όχι άλυτα, προβλήματα για όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες. Την αυξημένη ρυπογόνο δύναμη τους, τα φυτικά υγρά, την οφείλουν στο υψηλό φορτίο τους σε οργανικές ύλες,

ορισμένες από τις οποίες βιοαποικοδομούνται δύσκολα ή και καθόλου, στις αντιαισθητικές χρωστικές τους που βιάφουν το έδαφος στους χώρους απόρριψής τους, στη δυσοσμία την οποία αναδίδουν, αλλά και σε άλλους παράγοντες.

3.2 ΟΓΚΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΑΕ

3.2.1 Ο όγκος των ΥΑΕ

Ο όγκος των ΥΑΕ δεν είναι δυνατόν να υπολογισθεί επακριβώς, ούτε σε ένα ελαιουργείο, ούτε σε μια περιοχή και πολύ περισσότερο σε ολόκληρη τη Μεσόγειο καθώς εξαρτάται από:

- Την ποικιλία προελεύσεως του ελαιόκαρπου, το στάδιο ωριμότητας και το χρόνο αποθήκευσής του πριν από την ελαιοποίηση.
- Τον τρόπο διαχωρισμού του λαδιού από την ελαιοζύμη, που σήμερα γίνεται εκπίεση της ελαιοζύμης σε υδραυλικό πιεστήριο, με φυγοκέντριση της ελαιοζύμης, σε φυγοκεντρικό διαχωριστήρα με οριζόντιο άξονα (decanter), έπειτα από σχετική αραιώση με χλιαρό νερό, με συνδυασμό αποστάξεως και φυγοκεντρίσεως.
- Τις συνήθειες του κάθε ελαιουργείου. Τα ΥΑΕ συντίθενται από τα φυτικά υγρά του καρπού αλλά και από τα νερά που χρησιμοποιούνται από το ελαιουργείο στη γραμμή επεξεργασίας του μέχρι τον διαχωρισμό του λαδιού.
- Τα φυτικά υγρά του ελαιόκαρπου (χωρίς το λάδι) μπορούν να υπολογισθούν με απλή προσέγγιση και αποτελούν περίπου το 40-45% του συνολικού βάρους του καρπού. Περιέχουν κατά μέσο όρο 17% στερεά συστατικά, από τα οποία 15% είναι οργανικά και 2% είναι ανόργανα (Μιχελάκης & Κουτσαυτάκης, 1989). Γενικά όμως το εκατοστιαίο ποσοστό συμμετοχής των φυτικών υγρών στο ολικό βάρος του καρπού αλλά και η σύνθεσή τους σε οργανικά και ανόργανα συστατικά, ποικίλουν ανάλογα με το στάδιο ωριμότητας και κυρίως με την κατάσταση του καρπού την ώρα της συγκομιδής.
- Το διαθέσιμο στο ελαιουργείο νερό και το κόστος προμήθειας του, αφού σε πολλά ελληνικά νησιά, αλλά και σε περιοχές της Ισπανίας, της Β.Αφρικής, της

Εγγύς Ανατολής, το πλύσιμο του καρπού παραλείπεται όταν το νερό είναι λιγοστό ή ακριβό.

3.2.2 Σύσταση των ΥΑΕ

Η σύσταση των ΥΑΕ ποικίλει ευρύτατα από ελαιουργείο σε ελαιουργείο, από περιοχή σε περιοχή και από χώρα σε χώρα και εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Ιδιαίτερη βαρύτητα έχει ο τρόπος με τον οποίο διαχωρίζεται το λάδι, αφού οι διαφορές μεταξύ των αποβλήτων του πιεστηρίου και των φυγοκεντρικών διαχωριστήρων είναι ριζικές και απεικονίζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3).

Με τη σύσταση των ΥΑΕ από υδραυλικό πιεστήριο και από decanter ασχολήθηκε ο Di Gionacchino και οι συνεργάτες του (1988). Ανέλυσαν στην εργασία τους 117 δείγματα από υδραυλικό πιεστήριο και 175 από φυγοκεντρικό διαχωριστήρα και προσδιόρισαν:

pH, ξηρό υπόλειμμα, ειδικό βάρος, ελαιοπεριεκτικότητα, ανάγοντα ζάχαρα, ολικές πολυφαινόλες, ορθοδιφαινόλες, υδροξυτυροσόλη, ίζημα σε αλκοόλη, COD, τέφρα, οργανικό άζωτο, ολικό φώσφορο και μέταλλα. Διαπιστώθηκαν τα παρακάτω:

- Η ξηρή ουσία ήταν 61,1 γραμμάρια ανά λίτρο στα φυτικά υγρά του decanter και 129,7 γραμμάρια στα φυτικά υγρά του πιεστηρίου. Η μειωμένη τιμή στην πρώτη περίπτωση οφείλεται στην αραίωση της πάστας πριν από τη φυγοκέντριση.
- Το ειδικό βάρος ήταν 1,049 για τα φυτικά υγρά του πιεστηρίου και 1,020 για τα φυτικά υγρά του decanter.
- Η περιεκτικότητα σε λάδι υπολογίστηκε σε 2,26 γραμμάρια ανά λίτρο σε φυτικά υγρά του πιεστηρίου και σε 5,78 γραμμάρια ανά λίτρο σε φυτικά υγρά του decanter. Η αυξημένη περιεκτικότητα στη δεύτερη περίπτωση οφειλόταν στα περισσότερα τεμάχια της πούλπας που μεταφέρονταν στα φυτικά υγρά του decanter και που ήταν φορτωμένα με λάδι.
- Τα ανόργανα ζάχαρα που προσδιορίστηκαν με τα φελίγγεια υγρά ήταν 35,8 γραμμάρια κατά λίτρο στα φυτικά υγρά του πιεστηρίου και 15,9 γραμμάρια ανά λίτρο στα φυτικά υγρά του decanter.

- Οι φαινολικές ουσίες ήταν 6,2 γραμμάρια για τα φυτικά υγρά του πιεστηρίου και 2,7 για τα φυτικά υγρά του decanter. Ειδικά για τις ορθό-φαινόλες οι αντίστοιχοι αριθμοί ήταν 4,8 και 2 γραμμάρια κατά λίτρο.
- Η υδροξυ-τυροσόλη, που έχει ιδιαίτερη σημασία για την αντιοξειδωτική της ικανότητα, ήταν ίση με 355mg/λίτρο φυτικών υγρών του πιεστηρίου και 127mg/λίτρο φυτικών υγρών του decanter.
- Το ίζημα σε αιθυλική αλκοόλη των 80% που συντίθεται από πηκτίνες, τεμάχια ιστού, πολυμερισμένες χρωστικές, μερικές πρωτεϊνικές και λιπιδικές ουσίες, ήταν ίσο με 30,4 γραμμάρια ανά λίτρο στα φυτικά υγρά του πιεστηρίου και 24,6 γραμμάρια ανά λίτρο στα φυτικά υγρά του decanter. Επί ξηράς ουσίας οι αντίστοιχοι αριθμοί ήταν 23,4% και 40,3%.
- Η τέφρα βρέθηκε ίση με 20,1 γραμμάρια κατά λίτρο στα φυτικά υγρά του πιεστηρίου και ίση με 6,4 γραμμάρια κατά λίτρο στα φυτικά υγρά του decanter.
- COD (Chemical Oxygen Demand – Απαίτηση σε οξυγόνο για την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας μέσω της χημικής διαδικασίας). Εκφράζεται σε γραμμάρια κατά λίτρο των ΥΑΕ και βρέθηκε ίσο με 146 γραμμάρια οξυγόνου κατά λίτρο φυτικών υγρών του πιεστηρίου και 85,7 γραμμάρια στην περίπτωση του decanter.
- Το άζωτο (οργανικό και αμμωνιακό) ήταν 544mg ανά λίτρο στα φυτικά υγρά του πιεστηρίου και 404mg στα φυτικά υγρά του decanter, ενώ ο φώσφορος ήταν 485mg κατά λίτρο φυτικών υγρών στην πρώτη περίπτωση και 185mg στη δεύτερη περίπτωση.
- Τα φυτικά υγρά που προέρχονται από 100 κιλά ελιές και έχουν επεξεργαστεί σε φυγοκεντρικό διαχωριστήρα, περιέχουν COD κατά 40% ανώτερο από ότι τα αντίστοιχα του υδραυλικού πιεστηρίου.

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά αποβλήτων κλασικών και φυγοκεντρικών ελαιουργείων (Fiestas, 1976)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΤΥΠΟΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟΥ	
	Κλασσικό	Φυγοκεντρικό
Αλατότητα (mmhos/cm)	8-16	8-16
pH	4,5-5	4,7-5,2
Ρυπογόνο δυναμικό		
COD (kg/m ³)	120-130	45-60
BOD (kg/m ³)	90-100	35-48
Στεραία αιωρούμενα (%)	0,1	0,9
Στερεά ολικά (%)	120	6,0
Στερεά οργανικά	10,5	5,5
Στερεά ανόργανα	1,5	0,5
Συστατικά Οργανικής Ουσίας (%)		
Ολικά σάκχαρα	2,0-8,0	0,5-2,6
Αζωτούχες ουσίες	0,5-2,0	1,7-0,4
Οργανικά οξέα	0,5-1,0	0,2-0,4
Πολυαλκοόλες	1,0-1,5	0,3-0,5
Πηκτίνες, ταννίνες κ.λ.π.	1,0-1,5	0,2-0,5
Πολυφαινόλες	2,0-2,4	0,3-0,8
Λίπη	0,03-1,0	0,5-2,3
Ανόργανα στοιχεία (%)		
P	0,11	0,03
K	0,72	0,27
Ca	0,07	0,02
Mg	0,04	0,01
Na	0,09	0,03
CO ₃	0,37	0,10
SO ₃	0,04	0,015
Cl	0,03	0,01
SiO ₂	0,005	0,002

3.2.3 Ρυπογόνος δύναμη των ΥΑΕ

Στην διεθνή βιβλιογραφία τα ΥΑΕ θεωρούνται, μαζί με τα απόβλητα των οινοπνευματοποιείων, ως τα κατεξοχήν βεβαρημένα από άποψη ρυπαντικού οργανικού φορτίου. Ενδεικτικά σημειώνεται πως τα ΥΑΕ μέσης δυναμικότητας, συνολικού όγκου φυτικών αποβλήτων 50m^3 την ημέρα, με BOD_5 40 γραμμαρίων κατά λίτρο, ισοδυναμούν με τα βοθρολύματα ενός οικισμού 30.000 κατοίκων όσον αφορά τη ρυπογόνο δύναμη.

Αναφέρεται (Μπαλής, 1989), ότι τα συστατικά του οργανικού κλάσματος των φυτικών υγρών μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

- Συστατικά εύκολης αφομοίωσης, όπως τα απλά σάκχαρα, τα οργανικά οξέα, τα αμινοξέα.
- Πολυμερή βιοαποικοδομήσιμα, όπως οι πρωτεΐνες, οι ημικυτταρίνες, οι πηκτίνες.
- Συστατικά έμμονα, όπως είναι οι φαινολικές ενώσεις, οι ταννίνες, οι λιπαρές ουσίες.

Η τελευταία ομάδα οργανικών ουσιών, ενώ περιέχεται σε μικρό ποσοστό συγκριτικά με τις άλλες δυο, προσδίδει ιδιαίτερες ιδιότητες στα ΥΑΕ και ουσιαστικά ευθύνεται για τις δυσκολίες στη διαχείριση τους. Ειδικότερα, οι φαινολικές ενώσεις, που στην ευρύτερη τους έννοια περιλαμβάνουν και τις ταννίνες, είναι ουσίες αντιοξειδωτικές και με την παρουσία τους παρεμποδίζουν τη διάσπαση των λιπαρών οξέων, ορισμένα από τα οποία είναι τοξικά για τα κατώτερα έμβια όντα. Παράλληλα, ορισμένες φαινόλες είναι τοξικές έναντι φυτών που βρίσκονται στο στάδιο της βλαστικής δραστηριότητας και έναντι των υδροβίων ζωικών οργανισμών.

Ενδιαφέροντα στοιχεία υπάρχουν σχετικά με την αντοχή των υδροβίων ζώων στις διάφορες συγκεντρώσεις των φαινολικών ενώσεων (Βορεάδου, 1989). Ειδικότερα, αναφέρεται ότι ελάχιστα είδη εντόμων και καρκινοειδών επέζησαν, σύμφωνα με αποτελέσματα ερευνών, για περιορισμένο χρόνο (96 ώρες) μέσα σε γλυκά νερά που είχαν μολυνθεί με ΥΑΕ και περιείχαν 780mg φαινολικών ουσιών ανά λίτρο.

Σε ότι αφορά τα βακτήρια, είναι γνωστή η καταστροφική δράση των φαινολικών ενώσεων έναντι των περισσότερων γεννών και ειδών. Διαπιστωμένη πειραματικά είναι η βακτηριοκτόνος δράση των πολυφαινολών έναντι των

γαλακτοβακτηρίων (Ruiz Barba et al., 1990), αλλά και πολλών άλλων κατηγοριών βακτηρίων.

Έτσι δεν είναι υπερβολή να παραδεχτούμε πως οι φαινολικές ενώσεις των φυτικών υγρών του ελαιοτριβείου, περιορίζουν και το φάσμα, αλλά και τη δράση των μικροβιακών πληθυσμών που μπορούν να εγκατασταθούν σε αυτά και να ανοργανοποιήσουν τα άλλα συστατικά. Οι ίδιες οι φαινολικές ουσίες δύσκολα αποικοδομούνται, επειδή το μόριο τους είναι πολύπλοκο και διασπάται μόνο με εξεζητημένα ένζυμα.

3.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΥΑΕ

Τόσο στην ευρωπαϊκή, όσο και στην ελληνική νομοθεσία που έχει υιοθετηθεί για τις σημειακές πηγές ρύπανσης, σπάνια γίνονται εξειδικευμένες αναφορές για την επεξεργασία και τη διάθεση των αποβλήτων που προέρχονται από τη βιομηχανία του ελαιόλαδου.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι ο κύριος όγκος των νομοθετημάτων που έχουν προταθεί για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων, προτείνουν λύσεις που αποσκοπούν στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων που εισέρχονται σε αυτά.

Χαρακτηριστική είναι επίσης η έλλειψη επαρκώς διαφοροποιημένης νομοθετικής αντιμετώπισης για τους υδάτινους πόρους σε σύγκριση με τους χερσαίους αποδέκτες αποβλήτων. Η οργανική ουσία και πολλά άλλα ανόργανα στοιχεία, όπως το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο που περιέχουν τα ΥΑΕ αποτελούν σημαντικούς ρυπαντές για τα υδάτινα οικοσυστήματα, ενώ αντίθετα αποτελούν ωφέλιμες εισροές για την γονιμότητα και την αντοχή των εδαφών στην αιολική και υδατική διάβρωση (Οιχαλιώτης, 2002).

Στην Ελλάδα η διάθεση των ελαιουργικών αποβλήτων καθορίζεται από τα παρακάτω νομοθετικά μέτρα:

Το **Νόμο 1650/1986 (ΦΕΚ 160^Α/18-10-86)** «Για την προστασία του περιβάλλοντος», όπου επιβάλλεται η εκπόνηση μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων για τη λειτουργία κάθε ελαιουργείου. Ο νόμος βασίζεται στην αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», ενώ η τήρηση των δεσμεύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος επιβλέπεται από την τοπική αυτοδιοίκηση με νομοθετικά μέτρα που υιοθετούνται από τον οικείο νομάρχη.

Την **Κοινή υπουργική απόφαση 11105 (ΦΕΚ 390/28-05-1993)** «μεταβίβαση αρμοδιότητας έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της 1^{ης} κατηγορίας έργων ή δραστηριοτήτων του άρθρου 3 του Νόμου 1650-1986 στους Νομάρχες» και

Την **Κοινή υπουργική απόφαση 95209 (ΦΕΚ 871/16-11-1994)** «για την μεταβίβαση αρμοδιότητας έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της 1^{ης} κατηγορίας έργων ή δραστηριοτήτων του άρθρου 3 του νόμου 1650/1986 στους νομάρχες».

Την **Κοινή Υπουργική Απόφαση 69269/5387/90 (ΦΕΚ 678/Β)**: Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων καθορισμός περιεχομένου Ειδικών Περιβαλλοντικών Μελετών και λοιπές συναφείς διατάξεις σύμφωνα με το νόμο 1650/86.

Την **Κοινή υπουργική απόφαση 69728/824/96 (ΦΕΚ 358B/18-5-96)**: «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων», όπου τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων ορίζονται ως στερεά απόβλητα. Συγκεκριμένα τα ΥΑΕ χαρακτηρίζονται με τους κωδικούς 13 00 00 (γενικός κωδικός για τα απόβλητα ελαίων), 13 05 00 (περιεχόμενα διαχωριστή ελαίου/νερού), 13 05 01 (μίγματα ελαίου/νερού) και 13 05 02 (λάσπες διαχωριστή ελαίου/νερού). Η απόφαση αυτή λήφθηκε για την αντικατάσταση της υπ' αριθμόν **49541/1426/1986 Κοινής Υπουργικής Απόφασης** και την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με τις διατάξεις της οδηγίας 91/156/ΕΟΚ. Επίσης λήφθηκε υπόψιν και η απόφαση **94/156/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 20^{ης} Δεκεμβρίου 1993 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων «για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 1 της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ του συμβουλίου περί στερεών αποβλήτων».

Την **Υγειονομική Διάταξη Ε1B/221/65** και τις μεταγενέστερες τροποποιήσεις της «περί διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων» (Οιχαλιώτης, 2002).

Την **Κοινή Υπουργική Απόφαση 114218/97 (ΦΕΚ 1016B/17-11-97)** «για την κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων».

Την **Κοινή Υπουργική Απόφαση Ε1β. 221/65 (ΦΕΚ 138B/24-2-65)** «περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων».

Στην πράξη για τη λειτουργία των ελαιοτριβείων απαιτείται σήμερα στις περισσότερες νομαρχίες της χώρας μελέτη διάθεσης λυμάτων που κατατίθεται στη

Διεύθυνση Υγιεινής για να ελεγχθεί από υγειονομικής πλευράς με την εμπλοκή και των Τεχνικών Υπηρεσιών Δήμων και Κοινοτήτων. Έλεγχοι κατασκευής, λειτουργίας και τήρησης περιβαλλοντικών όρων γίνονται από τη Διεύθυνση Υγιεινής. Έλεγχοι, μηνύσεις αλλά και επιβολή προστίμων γίνονται επίσης από τις Λιμενικές Αρχές με το αιτιολογικό της πιθανής απόρριψης λυμάτων σε παρακείμενα ρυάκια και χείμαρρους με τελικό αποδέκτη τη θάλασσα (Οιχαλιώτης, 2002).

3.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΑΕ

3.4.1 Γενικές πληροφορίες

Η διαχείριση των ΥΑΕ ήταν και εξακολουθεί να είναι ένα σοβαρό πρόβλημα. Πάνω στο αντικείμενο αυτό έχουν διεξαχθεί πολλές ερευνητικές εργασίες, από όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες, που δεν έχουν δώσει πλήρη λύση στο πρόβλημα αυτό.

Τα αίτια του προβλήματος αυτού είναι πολλά, όπως το βαρύ οργανικό φορτίο, η παρουσία τοξικών για τα φυτά και τα ζώα ουσιών που δύσκολα βιοαποικοδομούνται, η παρουσία χρωστικών κ.α. Σοβαρό πρόβλημα για την ορθολογική διαχείριση των ΥΑΕ αποτελεί η εποχικότητα λειτουργίας των ελαιουργείων και η διασπορά τους ανά την καλλιεργούμενη με ελαιόδενδρα περιοχή. Έτσι καθίσταται δύσκολη ή αντικοινωνική η συγκέντρωση των ΥΑΕ από τα μεμονωμένα και μικρής δυναμικότητας ελαιουργεία σε κοινό σημείο, όπου θα μπορούσε να λειτουργήσει μονάδα κατεργασίας τους υπό σχετικά οικονομικούς όρους.

Ο ευκολότερος και οικονομικότερος τρόπος διαχείρισής τους, που εφαρμόστηκε από τα αρχαιότερα χρόνια και εξακολουθεί να εφαρμόζεται, ήταν η παροχέτευσή τους σε καλλιεργημένο ή χέρσο έδαφος. Συνηθισμένη είναι επίσης η τεχνική της παροχέτευσής τους σε ποτάμια και σε χείμαρρους και σπανιότερα απευθείας στη θάλασσα. Με τους τρόπους αυτούς η ρύπανση και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος ήταν και εξακολουθεί να είναι μεγάλη. Οι διαμαρτυρίες ήταν σοβαρές, πρόσφατα όμως οι πιέσεις της πολιτείας προς τους ελαιουργούς ήταν τόσο έντονες ώστε πολλές βιομηχανίες ελαιόλαδου να προβούν σε ίδρυση εγκαταστάσεων καθάρσεως των ΥΑΕ.

Στη συνέχεια δίνεται μια σύντομη περιγραφή των διάφορων μεθόδων διαχείρισεως των ΥΑΕ.

3.4.2 Ελεγχόμενη εφαρμογή σε εδαφικούς αποδέκτες

Σε πολλές περιοχές της Μεσογείου παρατηρείται έλλειψη οργανικής ουσίας στα εδάφη και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την περιεκτικότητα των ΥΑΕ σε θρεπτικά στοιχεία (κυρίως κάλιο, φώσφορο και ιχνοστοιχεία) ενίσχυσαν την δελεαστικότητα των προτάσεων για άμεση εφαρμογή των ΥΑΕ απ' ευθείας σε δενδρώνες, ή μετά από απλή ασβέστωση για εξουδετέρωση της οξύτητάς τους. Τα εδάφη και οι οργανισμοί τους δείχνουν πως μπορούν να δράσουν ως οι καλύτεροι μετατροπείς των ΥΑΕ, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνεται η δομή και η γονιμότητά τους. Φυσικά, επισημαίνεται και η ακραία περίπτωση υποβάθμισης της δομής του εδάφους λόγω αύξησης της αλατότητάς του και ο κίνδυνος να επηρεαστεί αρνητικά η βιοχημική ισορροπία του εδάφους, λόγω του υψηλού φυτοτοξικού τους περιεχομένου κυρίως σε φαινόλες (Tomati, 1992). Όμως, παρόμοιοι κίνδυνοι προκύπτουν και από μη ορθολογική εφαρμογή κάθε γεωργικής εισροής, όπως για παράδειγμα από την κατάχρηση των λιπασμάτων.

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία δοκιμάστηκε με διάφορους τρόπους και παραλλαγές μέχρι σήμερα και πλήθος μελετών και επιστημονικών στοιχείων συνηγορούν προς την κατεύθυνση του χειρισμού των ΥΑΕ με την παραδοσιακή μέθοδο της φερτάρδευσης, δηλαδή της εφαρμογής των ΥΑΕ σε εδάφη όπως έχουν ή μετά από επεξεργασία (Petruccioli, 1989). Ήδη από το 1960 οι Albi Romero και Fiestas Ros de Ursinos τις ευεργετικές επιδράσεις από τη διάθεση των ΥΑΕ στα γεωργικά εδάφη, ενώ αργότερα το ίδιο απέδειξαν και άλλοι ερευνητές που πειραματίστηκαν στον αγρό ή σε ελεγχόμενο περιβάλλον.

Με δεδομένα λοιπόν ότι:

- Τα ΥΑΕ έχουν μεγάλη λιπαντική αξία, λόγω των μεγάλων συγκεντρώσεων καλίου, φωσφόρου και ιχνοστοιχείων που περιέχουν και εμπλουτίζουν τα φτωχά σε οργανική ουσία και
- τα περισσότερα γεωργικά εδάφη μπορούν να δράσουν ως ενεργά συστήματα αποικοδόμησης-βιομετετροπής,

αξίζει να μελετηθεί πιο εντατικά η προοπτική εφαρμογής προεπεξεργασμένων με οξείδιο του ασβεστίου ΥΑΕ, σε δενδρώδεις καλλιέργειες και ειδικότερα σε ελαιώνες. Η ανάπτυξη τέτοιας μεθοδολογίας διάθεσης των ΥΑΕ (που μπορεί να συνδυαστεί και με αζωτούχο λίπανση) μπορεί να προσφέρει διέξοδο στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα μικρά και μεμονωμένα ελαιοτριβεία. Αρχικά όμως πρέπει να δοθεί προσοχή στην επίλυση πρακτικών ζητημάτων που σχετίζονται με την εφαρμογή αυτής της προσέγγισης, ενώ θα πρέπει να έχει προηγηθεί μελέτη των εδαφολογικών χαρακτηριστικών στους χώρους διάθεσης ώστε να χορηγηθεί η κατάλληλη ποσότητα αποβλήτων και να αποφευχθεί τόσο η επιφανειακή απορροή όσο και η διήθηση σε βαθύτερα στρώματα.

Ήδη σχετικό ερευνητικό πρόγραμμα εφαρμόζεται από το Ινστιτούτο Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας, το οποίο έχει διαθέσει πειραματικούς ελαιώνες σε αγρόκτημα στην Εύα Μεσσηνίας. Τα αποτελέσματα και από παρόμοιες εφαρμογές στην Κύπρο είναι εξαιρετικά ενθαρρυντικά.

3.4.3 Παροχέτευση των ΥΑΕ σε επιφανειακά νερά και στη θάλασσα

Η παροχέτευση των ΥΑΕ σε επιφανειακά νερά (λίμνες, ποτάμια κ.α.) είναι μια πρακτική εύκολη και ανέξοδη που εφαρμόστηκε από τα πανάρχαια χρόνια και εξακολουθεί να εφαρμόζεται ακόμη και σήμερα σε μεγάλο βαθμό. Οι επιπτώσεις όμως στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι βαρύτερες και έχουν προκαλέσει τις έντονες αντιδράσεις στους οικολόγους.

Η διατάραξη των οικοσυστημάτων σε ποτάμια, χείμαρρους και στα σημεία εκβολών τους στη θάλασσα οφείλεται βασικά σε έλλειψη οξυγόνου στον όγκο του νερού, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ασφυκτικές συνθήκες για την επιβίωση των υδρόβιων οργανισμών (Βορεάδου, 1989).

Η έλλειψη οξυγόνου οφείλεται στις παρακάτω αιτίες ή σε συνδυασμό αυτών:

- Το αυξημένο φορτίο οργανικών ουσιών των αποβλήτων, που για να αποικοδομηθεί καταναλώνει μεγάλες ποσότητες οξυγόνου.
- Το γαλάκτωμα, που επιπλέει στην επιφάνεια του νερού.

- Τα συσσωματώματα των ανωτέρω γαλακτωμάτων, που καθιζάνουν προς τον πυθμένα και δημιουργούν ασφυκτικό κάλυμμα και έλλειψη οξυγόνου στα βαθύτερα στρώματα του νερού.
- Η εναπόθεση γαλακτωμάτων και συσσωματωμάτων στα αναπνευστικά όργανα των ζωντανών οργανισμών.

Στην περίπτωση που συντρέξουν οι παραπάνω προϋποθέσεις, τα έμβια όντα των υδάτινων οικοσυστημάτων νεκρώνονται και εκβράζονται στις όχθες και στα παράλια των θαλασσών.

3.4.4 Φυσικοχημικές μέθοδοι

Την πιο απλή και παλαιότερη φυσική μέθοδος επεξεργασίας των ΥΑΕ αποτελεί η ασβέστωση με χρήση οξειδίου ή υδροξειδίου του ασβεστίου σε ποσοστό περίπου 0,5-1% βάρους κατ' όγκο με σκοπό το pH των ΥΑΕ να φτάσει περίπου στις 6,5 μονάδες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της οξύτητας και την κατακρύμνηση ιζήματος μαζί με το οποίο απομακρύνεται μέρος του ρυπαντικού φορτίου. Επειδή όμως το ρυπαντικό φορτίο που παραμένει στα ΥΑΕ μετά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, εξακολουθεί να είναι υψηλό, θα λέγαμε πως η μέθοδος αυτή αδυνατεί να επιλύσει το πρόβλημα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, αλλά παράλληλα αποτελεί ένα χρήσιμο προ-στάδιο διαχείρισης σε πολλές από τις μεθόδους που έχουν προταθεί.

Επίσης εκτός από την ασβέστωση αναπτύχθηκαν πολλές άλλες φυσικές και χημικές μέθοδοι βασισμένες σε συνδυασμούς τεχνικών όπως διήθησης, εξάτμισης, προσρόφησης, φυγοκέντρισης, θρόμβωσης και καθίζησης, επίπλευσης, εξαγωγής με διαλύτη, ηλεκτρόλυσης, ηλεκτροδιάλυσης, αντιδράσεων Fenton, υπερδιήθησης και αντίστροφης όσμωσης.

Οι μεθοδολογίες αυτές δεν έχουν δώσει από μόνες τους λύσεις ευρέως αποδεκτές καθώς αντικρούουν στα προβλήματα που δημιουργούν, το υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, ο τεράστιος όγκος αποβλήτων και η διακύμανση των χαρακτηριστικών των αποβλήτων (Mendia et al., 1986, Moreno et al., 1990, Μπαλατσούρας, 1997, Οιχαλιώτης & Ζερβάκης, 1999).

3.4.5 Βιολογικές μέθοδοι

Οι βιολογικές μέθοδοι εφαρμόζονται στα ΥΑΕ αποκλειστικά ή σε συνδυασμό με φυσικοχημικές προεργασίες, όπως είναι η καθίζηση και η ασβέστωση. Οι μέθοδοι αυτοί αφορούν τη χρησιμοποίηση ζωντανών οργανισμών οι οποίοι αποδομούν τα οργανικά συστατικά του απόβλητου. Οι ζωντανοί οργανισμοί αυτοί συνήθως είναι μικροοργανισμοί που εισάγονται στο απόβλητο ως εμβόλια και στη συνέχεια αναπτύσσονται με την δημιουργία κατάλληλων συνθηκών αερισμού, θερμοκρασίας, pH κ.τ.λ. Οι οργανισμοί αυτοί μπορεί να είναι και φυτά.

Τα ΥΑΕ παρουσιάζουν μια ισχυρή επισχετική δράση και έντονες αντιμικροβιακές ιδιότητες σε ένα μεγάλο αριθμό βακτηρίων και μυκήτων που απαντώνται στα εδαφικά οικοσυστήματα, π.χ. *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Chaetomium*, *Geotrichum*, *Rhizopus*, *Rhizoctonia* (Sainz-Jimenez and Gomez-Alarcon 1986, Moreno et al., 1987, Gonzalez et al., 1990). Εκτός από τους μικροοργανισμούς αυτούς όμως υπάρχει και μια άλλη μικρή αλλά σημαντική κατηγορία μικροοργανισμών που αναπτύσσονται στα ΥΑΕ και μετατρέπουν τις σύνθετες οργανικές ενώσεις σε απλούστερες που είναι λιγότερο ή καθόλου φυτοτοξικές ενώ ταυτόχρονα μειώνουν και κάποιες φυσικοχημικές ιδιότητες που σχετίζονται με τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Η βιολογική επεξεργασία των ΥΑΕ χωρίζεται σε αεροβική και μη αεροβική επεξεργασία, ανάλογα με τον αν οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται είναι αεροβικοί ή αναεροβικοί.

3.4.6 Εκμετάλλευση ΥΑΕ σε παραγωγικές δραστηριότητες

α. Παραγωγή βιοαερίου

Μια πολλά υποσχόμενη ιδέα για την εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί η εκμετάλλευση των ΥΑΕ για την παραγωγή βιοαερίου το οποίο χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των αναγκών των ίδιων των ελαιουργείων ή παραπλήσιων οικισμών. Η ιδέα αυτή ενισχύεται σημαντικά από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια προγραμμάτων εκμετάλλευσης των ήπιων μορφών ενέργειας.

Οι μεθοδολογίες που έχουν προταθεί παρουσιάζουν σημαντικές ελλείψεις και πολλά προβλήματα ευρείας εφαρμογής που οφείλονται κυρίως στην αποθήκευση του

παραγόμενου βιοαερίου, αφού η κατανάλωσή του θα πρέπει να είναι άμεση (Γεωργακάκης, 1998).

Η άμεση εφαρμογή των μεθόδων αξιοποίησης των συγκεκριμένων αποβλήτων δεν είναι δυνατή αφού βρισκόμαστε ακόμη σε πειραματικό στάδιο, αξίζει όμως να μελετηθεί για μελλοντική χρήση.

β. Παραγωγή compost

Η ανάμειξη των υγρών αποβλήτων με στερεά κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή compost με πολύ καλές ιδιότητες που στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως εδαφοβελτιωτικό. Το στερεό απόβλητο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κομποστοποίηση, μπορεί να είναι πυρηνόξυλο, φύλλα ελιάς ή άχυρο. Τελευταία έχει προταθεί η συν-κομποστοποίηση των ΥΑΕ με στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα που εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας τους σε άζωτο βοηθούν στην καλύτερη βιοαποδόμιση των οργανικών ενώσεων (Γεωργακάκης, 1998, Paredes et al., 2000).

Το παραγόμενο compost με πυρηνόξυλο έχει δώσει πολύ θετικά αποτελέσματα κατά τη χρησιμοποίησή του ως υπόστρωμα στην παραγωγή μανιταριών *Pleurotus sp.* (Zervakis et al., 1997, Zervakis and Balis, 1996). Τα υπολείμματα από καλλιέργεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή ή ως υλικό συν-κομποστοποίησης με ΥΑΕ για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών.

γ. Απομόνωση φαινολικών συστατικών

Τα ΥΑΕ λόγω των φαινολικών συστατικών που περιέχουν έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν ως χημειοαπωθητικά ενάντια σε διάφορους οργανισμούς που απειλούν το περιβάλλον. Η χρήση όμως αυτών των συστατικών δεν είναι δυνατόν να γίνει από τα ΥΑΕ, αλλά πρέπει αρχικά να γίνει απομόνωση τους σε ειδικούς χώρους ώστε να σημειωθούν μικρές απώλειες. Τα ΥΑΕ συνεισφέρουν στην εναλλακτική φυτοπροστασία και οι φαινολικές ενώσεις τους να χρησιμεύσουν για τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες.

δ. Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών

Η μελέτη της καλλιέργειας εδώδιμων μανιταριών έχει προκύψει από το ότι οι μύκητες του γένους *Pleurotus* μπορούν να αναπτυχθούν σε ΥΑΕ με αποτέλεσμα την περαιτέρω ανάπτυξη τους σε εδαφικό υπόστρωμα, εμπλουτισμένο με απόβλητα ελαιουργείων. Μάλιστα, στην καλλιέργεια μανιταριών συμβάλλει το γεγονός ότι παράλληλα τελείται μια διαδικασία βιο-μετατροπής των εξειδικευμένων υλικών σε νέα προϊόντα υψηλής αξίας.

Η ανάπτυξη των μυκήτων οδηγεί σε μείωση του φαινολικού φορτίου, της τοξικότητας και του χρώματος των ΥΑΕ με αποτέλεσμα την καλύτερη παραγωγή της καλλιέργειας (Zervakis et al., 1996).

ε. Καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών

Τα ΥΑΕ μπορούν να δράσουν ενάντια σε κάποιες ασθένειες των φυτών που οφείλονται σε διάφορους μικροοργανισμούς. Τα αποτελέσματα των εφαρμογών αυτών δεν είναι πάντα ενθαρρυντικά αλλά αρκετοί μικροοργανισμοί καταπολεμούνται με αρκετά δραστικό τρόπο, όπως για παράδειγμα ο *Pseudomonas syringae*, ενώ υπάρχουν και αρκετοί που πιστεύουν πως για την καταπολέμηση των ασθενειών στα φυτά αρκούν μόνο κάποιες ουσίες από τα ΥΑΕ οι οποίες θα ήταν περισσότερο αποτελεσματικές. Τέλος, μεγάλη ευπάθεια στα ΥΑΕ παρουσιάζουν και τα γένη *Phytophthora* και *Fusarium* τα οποία δρουν ζημιογόνα σε εδαφικά υποστρώματα (Ntougias et al., 2003).

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΥΑΕ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Κατά την προσθήκη στο έδαφος ενός υλικού, όπως τα ΥΑΕ είναι αναμενόμενο να προκληθούν αλλαγές στο δυναμικό αυτό σύστημα, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στη γονιμότητα, τις φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητές του. Οι αλλαγές αυτές θα έχουν άμεσο αντίκτυπο στην καλλιέργεια που εφαρμόζεται στο έδαφος αυτό. Για τους λόγους αυτούς, αλλά και επειδή η εφαρμογή στο έδαφος αποτελεί μια πολύ οικονομική λύση στο πρόβλημα της διάθεσης των ΥΑΕ, το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση του συγκεκριμένου αποβλήτου με αυτόν τον τρόπο είναι πολύ μεγάλο.

4.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

- **Αύξηση της συμπίεσης και της σκληρότητας του εδάφους** παρατηρείται μετά από την εφαρμογή και την ξήρανση ΥΑΕ, που οδηγεί σε μείωση της ικανότητας αερισμού και χουμοποίησης, με αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας αποδόμησης των οργανικών ενώσεων των ΥΑΕ (Willson et al., 1982).
- Τόσο το φαινόμενο της αυξημένης συμπίεσης, όσο και η μειωμένη ικανότητα χουμοποίησης που παρατηρήθηκε αμέσως μετά από την εφαρμογή ΥΑΕ στο έδαφος αποκαθίστανται γρήγορα και καταλήγουν τελικά σε αύξηση της ικανότητας διάσπασης των οργανικών φορτίων των ρύπων και βελτιστοποίηση της εδαφικής δομής, αφού μέσα στα αποτελέσματα της αποδόμησης είναι και η αύξηση της οργανικής ουσίας. (Della Monica et al., 1978, 1979, Fiestas Ros de Ursinos et al., 1981, Torres Martin et al., 1980, Catalano et al., 1985, Potenz et al., 1980).
- **Αύξηση της αγωγιμότητας** που οδηγεί σε φαινόμενα τοξικότητας που εμποδίζουν την έναρξη της βλάστησης (Perez et al., 1980). Τέτοια φαινόμενα είναι εξαιρετικά έντονα όταν εφαρμόζονται στο έδαφος σε διάστημα μικρότερο των δυο μηνών από το φύτευμα.
- Μεταβολές επίσης παρατηρούνται στις συγκεντρώσεις Na^+ , Mg^{++} και ιδιαίτερα του K^+ (Potenz et al., 1980) επηρεάζοντας με τον τρόπο αυτό και την ικανότητα

ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ) του εδάφους. Η αύξηση των στοιχείων αυτών στο έδαφος είναι εξαιρετικά ευεργετική για τα φυτά, όμως η μακροχρόνια εφαρμογή ΥΑΕ στο έδαφος μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αλατότητας και καταστροφή της εδαφικής δομής, εξαιτίας της συνεχούς αντικατάστασης του Ca^{++} του εδάφους από τα παραπάνω κατιόντα.

- Αν και το pH των ΥΑΕ είναι όξινο δεν παρατηρείται μεταβολή στο εδαφικό pH μετά από εφαρμογή τους στο έδαφος για μικρό διάστημα (Paredes et al., 1987).
- Τα ΥΑΕ έχουν μικρή περιεκτικότητα σε N και μικρούς ρυθμούς αποδόμισης, με αποτέλεσμα μετά την εφαρμογή ο λόγος C/N να αυξάνει κατά 30-40% (Paredes et al., 1987).
- Επίσης με την εφαρμογή των ΥΑΕ στο έδαφος, όσον αφορά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, αυξάνεται το πορώδες του εδάφους, η υδατοπερατότητα και η ικανότητα της συγκράτησης νερού (Pagliai, 1996).

4.3 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η αυξημένη περιεκτικότητα σε P, K και οργανική ουσία των ΥΑΕ ήταν ο λόγος που οδήγησε τους ερευνητές να στραφούν προς την αξιοποίηση του ως λίπασμα (Moreno et al., 1990). Η προσθήκη του στο εδαφικό σύστημα οδηγεί σε αύξηση των P, K και Mg. Αν και η περιεκτικότητα του σε N είναι πολύ μικρή επηρεάζεται ο κύκλος του αζώτου σημαντικά και σημειώνεται ακινητοποίηση του, ιδιαίτερα κατά τις πρώτες ημέρες της εφαρμογής του. Οι σχετικά γρήγοροι ρυθμοί αποδόμισης του οργανικού φορτίου οδηγούν τελικά σε αύξηση της περιεκτικότητας του N στο έδαφος (De Felice & Catalano, 1988).

Επίσης, παρατηρείται εμπλουτισμός του εδάφους σε οργανική ουσία, φουλβικά και χουμικά οξέα, αν και η συνολική περιεκτικότητα σε χούμο δεν μεταβάλλεται. Ο εμπλουτισμός με συγκεκριμένα ιόντα που περιέχονται στα απόβλητα προκαλεί αύξηση της αλατότητας και της αγωγιμότητας (Tamburino et al., 1999).

4.4 ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ

Τα φαινολικά και πτητικά οξέα των ΥΑΕ είναι υπεύθυνα για την εμφάνιση τοξικών φαινομένων και για τον περιορισμό της βιολογικής δράσης στη ριζόσφαιρα. Συγκεκριμένα, τα υδατοδιαλυτά φαινολικά συστατικά είναι υπεύθυνα για την πρόκληση αλληλοπαθητικών φαινομένων ενώ τα πτητικά οξέα εμποδίζουν το φυτό να μεγαλώσει. Τα πειράματα που έγιναν στην Pisa της Ιταλίας σε καλλιέργεια αραβόσιτου δείχνουν πως η φυτοτοξικότητα που παρουσιάζεται στις αρχές, εξαφανίζεται μετά από διάστημα 53 ημερών και ότι δραματική αύξηση στα πολυφαινολικά και πτητικά παρουσιάστηκε μόνο με δόση άνω των 320m³/ha (Levi-Minzi et al., 1992).

Είναι δυνατόν να εμφανιστεί μια παρεμποδιστική επίδραση στο φύτεμα των σπόρων μετά την εφαρμογή των ΥΑΕ αλλά η μικροβιακή αποδόμιση της οργανικής ύλης τείνει να αναστέλλει κάθε φυτοτοξική δράση. Το μεγαλύτερο πρόβλημα τείνουν να αντιμετωπίζουν τα φυτά με επιφανειακό ριζικό σύστημα (Tembugino et al., 1999). Αντίθετα σε δενδρώδεις καλλιέργειες δεν έχει αναφερθεί κάποια αρνητική επίδραση (Tomati & Galli, 1992).

Οι φυτοτοξικές επιδράσεις δεν εξαρτώνται μόνο από την ποσότητα των ΥΑΕ, αλλά και από το χρονικό διάστημα μεταξύ της εφαρμογής των ΥΑΕ και της σποράς της καλλιέργειας. Μια ενδιάμεση περίοδος περίπου 60 ημερών δείχνει να είναι αρκετά ικανοποιητική (Bonari et al., 1992).

4.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΔΑΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ

Γενικότερα με την εφαρμογή των ΥΑΕ στο έδαφος, έχει παρατηρηθεί αύξηση της εδαφικής μικροχλωρίδας. Όμως ο αριθμός κάποιων μικροβιακών οργανισμών ενδέχεται να μειωθεί, ιδιαίτερα των βακτηρίων που σχηματίζουν σπόρια καθώς και εκείνων που συμμετέχουν στην ανακύκλωση της οργανικής ύλης (Paredes et al., 1987).

Σημαντικός είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους σε ελεύθερα αζωτοβακτήρια ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους. Ο ρόλος των αζωτοβακτηρίων είναι πολύ σημαντικός για τα φυτά επιδρούν στο μεταβολισμό αυτών παράγοντας αυξίνες, γιβερρελίνες και κιτοκυνίνες. Έχει αποδειχθεί πως τα

ΥΑΕ αποτελούν κατάλληλο υπόστρωμα για την παραγωγή γιββερελίνων και αυξίνων από τα εδαφικά βακτήρια (Tomati & Galli, 1992).

Τέλος έχει παρατηρηθεί ένα είδος παρεμποδιστικής επίδρασης σε κάποιους μύκητες που αποτελούν παθογόνα ριζών και ιδιαίτερα στο γένος *Oomycetes* (Tomati & Galli, 1992).

Η αντιμικροβιακή δράση των ΥΑΕ όταν εφαρμόζεται στο έδαφος οφείλεται κυρίως στα φαινολικά και λιπαρά οξέα, καθώς επίσης και από την ελευροπαινη και τα προϊόντα που προκύπτουν από την υδρόλυση της (Χριστοδούλου, 2002).

4.6. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στόχοι της εργασίας ήταν:

- Να διερευνηθούν οι επιπτώσεις των ΥΑΕ στην ανάπτυξη κηπευτικών σε διαφορετικά εδάφη.
- Να εξεταστεί η αλληλεπίδραση αζωτούχου και φωσφορικής με τα ΥΑΕ στην ανάπτυξη κηπευτικών.



Β. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. ΑΡΧΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Πριν την χρησιμοποίηση των δυο εδαφών είχαν πραγματοποιηθεί σε αυτά εδαφολογικές αναλύσεις. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4: Αποτελέσματα εδαφολογικών αναλύσεων των δυο εδαφών πριν τη χρησιμοποίησή τους στη διεξαγωγή του πειράματος.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΠΗΛΟΑΜΜΩΔΕΣ	ΑΜΜΟΠΗΛΩΔΕΣ
Άμμος (%)	86,6	52,3
Ιλύς (%)	2,3	30,6
Άργιλος (%)	11,1	17,1
Κλάση	LS	SL
pH	4,3	6,2
Ισοδύναμο CaCO ₃ (%)	0,0	0,0
Ι.Α.Κ. (meq/100gr εδάφους)	5,7	10,0
Οργανική ουσία (%)	0,27	2,18
Ολικό N (%)	0,035	0,112
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (μmhos/cm)	370	715
P (Olsen) (μg/g εδάφους)	10,64	22,27
Ανταλ. Na ⁺ (meq/100gr εδάφους)	0,217	0,200
Ανταλ. K ⁺ (meq/100gr εδάφους)	0,154	0,680
Ανταλ. Ca ⁺⁺ (meq/100gr εδάφους)	0,959	3,330

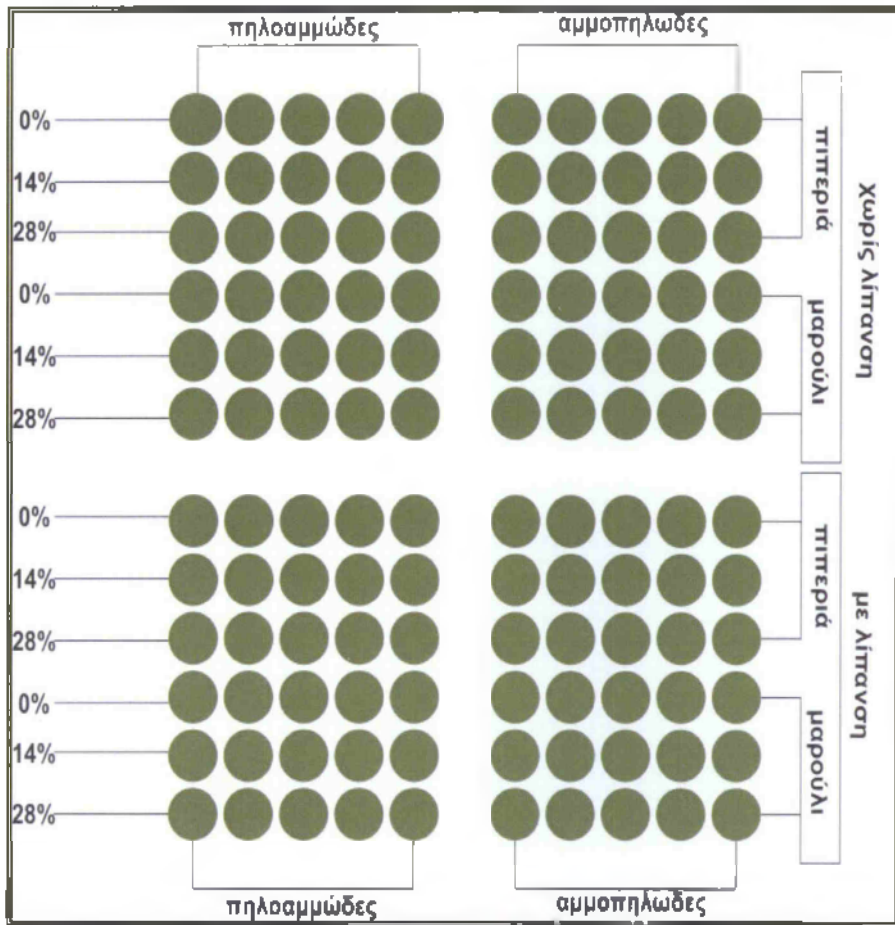
Ανταλ. Mg ⁺⁺ (mg/100gr εδάφους)	1,296	0,854
---	-------	-------

Οι αναλύσεις που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα πραγματοποιήθηκαν με τις μεθόδους που αναλύονται στην παράγραφο 7.1.

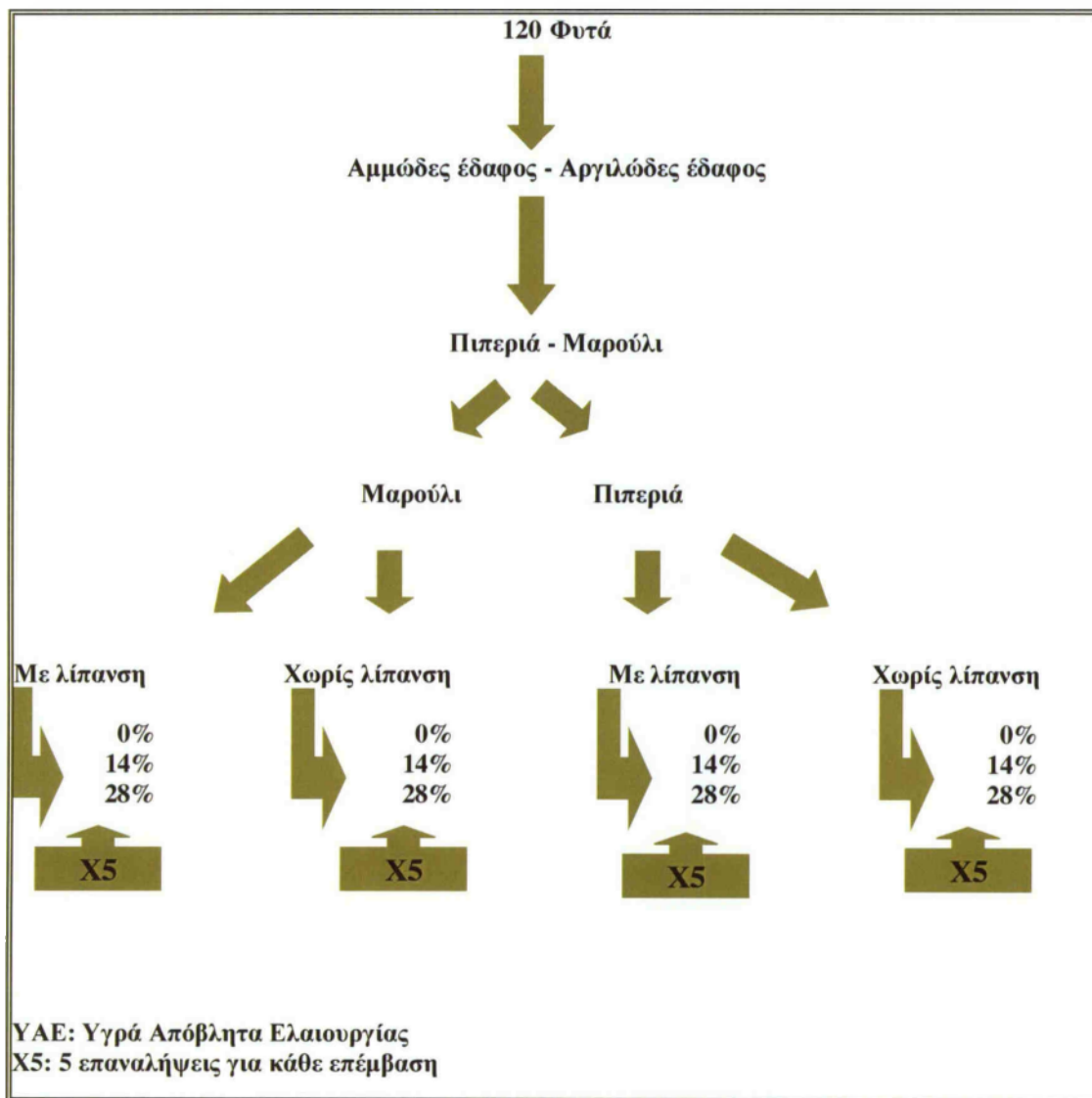
2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε δοχεία ανάπτυξης και σε όγκο εδάφους 3 λίτρα ανά φυτό. Χρησιμοποιήθηκαν δυο εδάφη διαφορετικής σύστασης και οξύτητας, ένα ουδέτερο αμμοπηλώδες (SL) και ένα όξινο πηλοαμμώδες (LS), από την περιοχή της Βελίκας Μεσσηνίας και τα οποία χώματα στη συνέχεια θα αναφέρονται με το κύριο συστατικό τους, δηλαδή ως αμμώδες και ως πηλώδες αντίστοιχα.

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 120 δοχεία ανάπτυξης, όπου στα 60 φυτεύτηκαν φυτά πιπεριάς και στα άλλα 60 φυτά μαρουλιού. Από τα 60 δοχεία ανάπτυξης του κάθε φυτού τα 30 δέχτηκαν λίπανση και τα υπόλοιπα 30 δεν δέχτηκαν λίπανση (N & P). Στα 30 δοχεία ανάπτυξης με λίπανση και στα 30 χωρίς λίπανση για το κάθε ένα από τα δύο φυτά, εφαρμόστηκαν 3 διαφορετικές επεμβάσεις που αφορούν την εφαρμογή των ΥΑΕ και οι οποίες ήταν 10 φυτά με συγκέντρωση ΥΑΕ 0%, 10 φυτά με συγκέντρωση ΥΑΕ 14% και τέλος 10 φυτά με συγκέντρωση ΥΑΕ 28%. Έτσι ο σχεδιασμός του πειράματος (χωρίς την πραγματοποιημένη τυχαιοποίηση) παρουσιάζεται στο σχήμα 3 και τα δοχεία ανάπτυξης που δημιουργούνται στον πίνακα 5.



Σχήμα 3: Σχεδιάγραμμα πειραματικού αγρού (χωρίς την πραγματοποιημένη τυχαιοποίηση).



Σχήμα 4: Σχηματική περιγραφή του πειράματος.

Πίνακας 5: Περιγραφή των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν κατά την διεξαγωγή του πειράματος.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
PS 0%	Πιπεριά σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 0% ΥΑΕ (5επαν.)
PS 14%	Πιπεριά σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 14% ΥΑΕ (5επαν.)
PS 28%	Πιπεριά σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 28% ΥΑΕ (5επαν.)
LS 0%	Μαρούλι σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 0% ΥΑΕ (5επαν.)
LS 14%	Μαρούλι σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 14% ΥΑΕ (5επαν.)
LS 28%	Μαρούλι σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 28% ΥΑΕ (5επαν.)
PL 0%	Πιπεριά σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 0% ΥΑΕ (5επαν.)
PL 14%	Πιπεριά σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 14% ΥΑΕ (5επαν.)
PL 28%	Πιπεριά σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 28% ΥΑΕ (5επαν.)
LL 0%	Μαρούλι σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 0% ΥΑΕ (5επαν.)
LL 14%	Μαρούλι σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 14% ΥΑΕ (5επαν.)
LL 28%	Μαρούλι σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 28% ΥΑΕ (5επαν.)
PS+F 0%	Πιπεριά σε αμμώδες με λίπανση με 0% ΥΑΕ (5επαν.)
PS+F 14%	Πιπεριά σε αμμώδες με λίπανση με 14% ΥΑΕ (5επαν.)
PS+F 28%	Πιπεριά σε αμμώδες με λίπανση με 28% ΥΑΕ (5επαν.)
LS+F 0%	Μαρούλι σε αμμώδες με λίπανση με 0% ΥΑΕ (5επαν.)
LS+F 14%	Μαρούλι σε αμμώδες με λίπανση με 14% ΥΑΕ (5επαν.)
LS+F 28%	Μαρούλι σε αμμώδες με λίπανση με 28% ΥΑΕ (5επαν.)
PL+F 0%	Πιπεριά σε αργιλώδες με λίπανση με 0% ΥΑΕ (5επαν.)
PL+F 14%	Πιπεριά σε αργιλώδες με λίπανση με 14% ΥΑΕ (5επαν.)
PL+F 28%	Πιπεριά σε αργιλώδες με λίπανση με 28% ΥΑΕ (5επαν.)
LL+F 0%	Μαρούλι σε αργιλώδες με λίπανση με 0% ΥΑΕ (5επαν.)
LL+F 14%	Μαρούλι σε αργιλώδες με λίπανση με 14% ΥΑΕ (5επαν.)
LL+F 28%	Μαρούλι σε αργιλώδες με λίπανση με 28% ΥΑΕ (5επαν.)

3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι γλάστρες στις οποίες πραγματοποιήθηκε το πείραμα τοποθετήθηκαν στο χώρο το οποίο είχε καλυφθεί με μαύρο πλαστικό για την αποφυγή του φυτρώματος ζιζανίων. Επίσης λόγω της υψηλής ηλιοφάνειας που επικρατούσε την χρονική περίοδο διεξαγωγής του πειράματος, αλλά και λόγω της ευαισθησίας των φυτών στην ηλιοφάνεια ο πειραματικός αγρός σκεπάστηκε με δίχτυ σκίασης.

Κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος εφαρμοζόταν βοτάνισμα στα δοχεία ανάπτυξης κάθε δεύτερη ημέρα.

4. ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Κατά την διεξαγωγή του πειράματος και όσον αφορά την λίπανση των φυτών, έγιναν οι ακόλουθες επεμβάσεις:

Βασικός εμπλουτισμός σε φώσφορο σε όλες τις επεμβάσεις με 4,5gr λιπάσματος 0-20-0 ανά δοχείο ανάπτυξης και φυτό.

Αζωτούχος λίπανση, μόνο στις επεμβάσεις που δέχονται λίπανση (+F) με 9gr λιπάσματος 20-0-0 ανά δοχείο ανάπτυξης και φυτό.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΥΑΕ

Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα στο πείραμα αυτό εφαρμόζονται τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, οι οποίες είναι:

- 0%
- 14%
- 28%

Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι εκείνες οι οποίες θέλουμε να εφαρμόσουμε σε μία εβδομάδα, όμως για την αποφυγή τοξικοτήτων αλλά και για την καλύτερη αφομοίωση των συστατικών των ΥΑΕ από τα φυτά ρίχνουμε μια ποσότητα κάθε μέρα, δηλαδή σε 10l νερό διαλύουμε 200ml ΥΑΕ για να πετύχουμε συγκέντρωση (εβδομαδιαία) 14% και 400ml για να πετύχουμε συγκέντρωση 28%, και με το διάλυμα αυτό γινόταν η άρδευση.

Η έναρξη των αρδεύσεων με το διάλυμα των ΥΑΕ έγινε στις 26 Ιουνίου.

6. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

6.1 ΠΙΠΕΡΙΑ

Για την πραγματοποίηση της μέτρησης της ανάπτυξης των φυτών της πιπεριάς, προσδιορίστηκε το βάρος των καρπών (νωπό/ξηρό) για κάθε φυτό ξεχωριστά και εκφράστηκε για κάθε φυτό ως σύνολο της παραγωγής κατά την διεξαγωγή του πειράματος.

Η συλλογή των καρπών γινόταν κάθε φορά που κάποιος καρπός έφτανε το επιθυμητό στάδιο ωριμότητας. Αμέσως μετά τη συλλογή οι καρποί της πιπεριάς ζυγίζονταν και κατόπιν ξηραίνονταν στο ξηραντήριο για τη λήψη του ξηρού βάρους τους. Το βάρος των καρπών του κάθε φυτού αθροίστηκε ώστε να έχουμε τη συνολική παραγωγή σε καρπούς για το κάθε φυτό,

6.2 ΜΑΡΟΥΛΙ

Για την πραγματοποίηση της μέτρησης της ανάπτυξης των φυτών του μαρουλιού, προσδιορίστηκε το βάρος των φυτών (νωπό/ξηρό).

Η συλλογή των φυτών μαρουλιού έγινε με το πέρας του επιθυμητού χρόνου παραμονής των φυτών στα δοχεία ανάπτυξης και κατόπιν ακολούθησε η διαδικασία ζυγίσματος και ξήρανσης όπως αναφέρεται πιο πάνω για τους καρπούς της πιπεριάς.

7. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα εδάφη και το φυτικό υλικό είναι οι ακόλουθες:

Αναλύσεις Εδαφών

- pH
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα πάστας
- Οργανική ουσία
- Ολικό άζωτο
- I.A.K.

- Ανταλλάξιμο Na-K-Ca-Mg
- Φώσφορος κατά Olsen
- DTPA-Fe-Mg-Cu-Zn
- Διαθέσιμο άζωτο αναεροβικής επώασης

Αναλύσεις Οργανικών Φυτικών Υλικών

- Ολικό άζωτο
- Καύση για ανάλυση ολικού P-K-Mg-Na-Fe-Mn-Cu-Zn

7.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑ ΕΔΑΦΗ

Με τη λήξη της διεξαγωγής του πειράματος τα εδάφη που χρησιμοποιήθηκαν απλώθηκαν πάνω σε πλαστικό υλικό και ανακατεύθηκαν οι όμοιες επαναλήψεις μεταξύ τους. Οπότε μετά από αυτή την μεταχείριση είχαμε δύο χώματα που το κάθε ένα είχε έξι διαφορετικές επεμβάσεις, δηλαδή είχαμε δώδεκα διαφορετικά εδάφη.

Τα εδάφη αυτά αφού ανακατεύθηκαν πολλές φορές για να ομογενοποιηθούν, αφέθηκαν προς ξήρανση.

Στη συνέχεια τα εδάφη αυτά λειοτριβείθηκαν και κοσκινίστηκαν με κόσκινο οπών 0,5mm ώστε να φθάσουν στην μορφή που απαιτούν οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

Στα διαλύματα που παρασκευάστηκαν στην πορεία για πραγματοποίηση των μετρήσεων, σε ορισμένες περιπτώσεις χρειάστηκε να γίνουν αραιώσεις 10% και 1% κατά περίπτωση.

7.1.1 Μέτρηση pH

Η μέτρηση του pH έγινε ηλεκτρομετρικώς. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη μέτρηση μέσω ειδικών ηλεκτροδίων, του ηλεκτρικού δυναμικού μέσω διαχύσεως, που εμφανίζεται πάνω σε γυάλινη μεμβράνη η οποία διαχωρίζει δύο διαλύματα διαφορετικής ενεργότητας σε H^+ . Το ένα διάλυμα μέσα στη γυάλινη μεμβράνη είναι γνωστής και σταθερής ενεργότητας και το δεύτερο, που είναι υπό μέτρηση είναι άγνωστης ενεργότητας.

Η τιμή του pH δίνεται από μια συσκευή που είναι συνδεδεμένη στα δυο ηλεκτρόδια και ονομάζεται pH-μετρο. Το δείγμα χώματος που μετρήθηκε βρισκόταν υπό μορφή πάστας κορεσμού.

7.1.2 Χρωματομετρικός προσδιορισμός διαθέσιμου εδαφικού Φωσφόρου με τη μέθοδο Olsen

Η μέθοδος αυτή είναι μια εκ των πλέον χρησιμοποιούμενων μεθόδων προσδιορισμού του διαθέσιμου κλάσματος. Κρίνεται ικανοποιητική για εδάφη με $\text{pH} > 6.5$ και χαμηλής περιεκτικότητας σε διαθέσιμο φώσφορο. Ο φώσφορος εκχειλίζεται από το έδαφος με διάλυμα $0,5 \text{ M NaHCO}_3$, $\text{pH} 8,5$. Με το διάλυμα αυτό εκχειλίζονται οι υπό διαλυτή μορφή ευρισκόμενες ενώσεις του φωσφόρου και ανταλλάξιμα φωσφορικά ιόντα. Στα ασβεστούχα, ή στα ουδέτερα εδάφη που περιέχουν διάφορες μορφές φωσφορικού Ca, ένα μέρος του φωσφόρου των μορφών αυτών εισέρχεται στο διάλυμα και περιλαμβάνεται στο εκχύλισμα λόγω καθιζήσεως του κατιόντος του ασβεστίου αυτών υπό μορφή ανθρακικού ασβεστίου. Ένα άλλο μέρος του φωσφόρου από τα φωσφορικά άλατα, διαλύεται και εκχειλίζεται, λόγω του υψηλού pH του διαλύματος εκχύλισης. Η ανωτέρω παραλαμβανόμενη ποσότητα φωσφόρου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το χρόνο εκχύλισης και την ταχύτητα ανακίνησης.

Αντιδραστήρια

- Διάλυμα εκχύλισης $0,5 \text{ M NaHCO}_3$, σταθερού $\text{pH}=8,5$.
- Ενεργός άνθρακας
- Φωσφορικό διάλυμα αναφοράς (Standard).
- Αραιό φωσφορικό διάλυμα

Εκτέλεση

Σε φιάλες των 250ml εισήχθησαν 5gr εδάφους. Έγινε προσθήκη 0,5 gr ενεργού άνθρακα και 100 ml διαλύματος εκχύλισης, NaHCO_3 . Παράλληλα σε ίδια φιάλη προστέθηκε μόνο άνθρακας και 100 ml διαλύματος εκχύλισης. Ακολούθησε

μηχανική ανακίνηση των φιαλών για 30 λεπτά. Η διήθηση έγινε με σκληρό ηθμό. Οι ενδείξεις των διαλυμάτων αναφοράς και των εδαφικών δειγμάτων ελήφθησαν στο φασματοφωτόμετρο και σε μήκος κύματος 880nm.

7.1.3 Προσδιορισμός ανταλλάξιμου K

Ο προσδιορισμός του εναλλακτικού K, το οποίο αποτελεί μέρος του συνόλου των εναλλακτικών κατιόντων, βασίζεται στην εναλλαγή τους (εκτόπισμα) από τα κατιόντα αμμωνίου και εν συνεχεία στον προσδιορισμό του εξελθόντος K, φλογομετρικώς.

Αντιδραστήρια

- Ουδέτερο διάλυμα οξικού αμμωνίου ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$), 1N.

Εκτέλεση

Περίπου 5 gr εδάφους εισήχθησαν σε φιάλες φυγοκεντρίσεως και προστέθηκαν 33 ml αντιδραστηρίου. Ακολούθησε μηχανική ανακίνηση για 5 λεπτά και στη συνέχεια φυγοκέντριση. Το εκχύλισμα τοποθετήθηκε σε φιάλη των 100 ml και συμπληρώθηκε ως την ποσότητα αυτή με το αντιδραστήριο. Ακολούθησε ανακίνηση. Η συγκέντρωση του K στο εκχύλισμα προσδιορίστηκε με τη βοήθεια του φλογοφωτόμετρου.

7.1.4 Προσδιορισμός ανταλλάξιμου Na

Ο προσδιορισμός του ανταλλάξιμου Na έγινε με το ίδιο αντιδραστήριο και με την ίδια διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του ανταλλάξιμου K, με την μόνη διαφορά ότι στον προσδιορισμό του Na κατά τη μέτρηση του φλογοφωτόμετρου χρησιμοποιήθηκαν τα κατάλληλα standards.

7.1.5 Προσδιορισμός ανταλλάξιμου Ca – Mg

Ο προσδιορισμός του ανταλλάξιμου Ca – Mg έγινε, όσον αφορά την προετοιμασία όπως ακριβώς και για το κάλιο με τη διαφορά ότι τα δείγματα αυτά μετρήθηκαν στην ατομική απορρόφηση και όχι με το φλογοφωτόμετρο.

7.1.6 Προσδιορισμός DTPA-Fe-Mg-Cu-Zn

Αντιδραστήρια

- DTPA

Εκτέλεση

Σε φιάλες των 50ml τοποθετήθηκαν 10gr εδάφους και 20ml DTPA. Οι φιάλες ανακινήθηκαν για δυο ώρες και κατόπιν φυγοκεντρήθηκαν και έγινε διήθηση σε φιάλες των 50ml. Ο όγκος συμπληρώθηκε μέχρι τα 50ml με απιονισμένο νερό. Τα διαλύματα αυτά μετρήθηκαν με τη συσκευή ατομικής απορρόφησης για να μας δώσουν την συγκέντρωση του κάθε στοιχείου.

7.1.7 Προσδιορισμός της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων (I.A.K.) του εδάφους.

Η μέτρηση της I.A.K. ενός εδαφικού δείγματος επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους. Η αρχή της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από δύο στάδια:

- Στο πρώτο στάδιο όλα τα ανταλλάξιμα κατιόντα του κολλοειδούς αντικαθίστανται από κατιόντα νατρίου.
- Στο δεύτερο στάδιο τα προσροφημένα κατιόντα νατρίου αντικαθίστανται από κατιόντα αμμωνίου. Η συγκέντρωση των κατιόντων νατρίου του εκχυλίσματος προσδιορίζεται φλογομετρικώς.

Αντιδραστήρια

- Οξικό νάτριο (CH_3COONa 1N, pH =8,2)
- Οξικό αμμώνιο ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1N, pH=7.0)
- Ισοπροπυλική αλκοόλη 99%

Εκτέλεση

Περίπου 5 gr εδάφους εισήχθησαν κατάλληλα φιαλίδια φυγοκέντρισης και προστέθηκαν 33 ml οξικού νατρίου. Ακολούθησε μηχανική ανακίνηση για 5 λεπτά και φυγοκέντριση. Αφαιρέθηκε το υπερκείμενο υγρό και έγινε επανάληψη της διαδικασίας για άλλες δυο φορές.

Στη συνέχεια το διάλυμα πλύθηκε και φυγοκεντρήθηκε με τον ίδιο τρόπο, με ισοπροπυλική αλκοόλη, τρεις φορές, χρησιμοποιώντας 33 ml ισοπροπυλικής αλκοόλης κάθε φορά. Με τον τρόπο αυτό απομακρύνθηκε η περίσσεια των οξικών ή χλωριούχων αλάτων του νατρίου.

Ακολούθως προστέθηκαν στο δείγμα 33 ml οξικού αμμωνίου και το δείγμα ανακινήθηκε και φυγοκεντρήθηκε. Έγινε επανάληψη της διαδικασίας δύο ακόμη φορές και τα τρία κλάσματα συλλέχθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και συμπληρώθηκε ο όγκος με οξικό αμμώνιο. Η συγκέντρωση των κατιόντων του Na προσδιορίστηκε με τη βοήθεια του φλογοφωτόμετρου.

7.1.8 Προσδιορισμός ολικού N

Ο προσδιορισμός του ολικού N γίνεται με τη χρήση της συσκευής Bucchi. Η χρησιμοποίηση της συσκευής Bucchi συμβάλλει στην ασφαλέστερη και ταχύτερη διαδικασία.

Αντιδραστήρια

- Προσθήκη 20 ml H_2SO_4 -σαλικυλικού
- Προσθήκη 1 gr $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
- Προσθήκη μιας ταμπλέτας σεληνίου σε κάθε δείγμα.

- Κατά την απόσταξη προστείνονται 80 ml NaOH 8N και 30 ml νερού
- Τιτλοδότηση με HCl και δείκτη
- Δείκτης

Εκτέλεση

Ζυγίστηκαν 2 gr και τοποθετήθηκαν στις ειδικές φιάλες της συσκευής καύσης. Προστέθηκαν 20 ml διαλύματος H₂SO₄-σαλικυλικού και 1 gr Na₂S₂O₃. Τοποθετήθηκαν στη συσκευή καύσης και έναρξη αυτής και μετά την εμφάνιση των πρώτων ατμών προσθήκη μιας ταμπλέτες σεληνίου. Η καύση ολοκληρώνεται όταν τα δείγματα γίνουν διαυγή με χρώμα ελαφρώς πράσινο.

Το κάθε δείγμα αφού κρυώσει τοποθετήθηκε στη συσκευή απόσταξης, όπου και προστείνονται 30 ml νερό και 80 ml NaOH. Παράλληλα σε κωνική φιάλη τοποθετήθηκαν 100 ml βορικού οξέος 20%, για την παραλαβή της αμμωνίας από την απόσταξη. Έγινε απόσταξη για 3 λεπτά. Στη συνέχεια προστέθηκε δείκτης και έγινε τιτλοδότηση της αμμωνίας με 0,05 N HCl.

7.1.9 Προσδιορισμός διαθεσιμότητας N με τη μέθοδο της αναεροβικής επώασης

Η μέτρηση του ανόργανου N μας δίνει το ποσό του διαθέσιμου N στη στιγμή της μέτρησης. Καμία μέθοδος δεν έχει αποδειχθεί ιδανική για την πρόβλεψη της πιθανής ανοργανοποίησης του N στην πορεία του χρόνου, λόγω των αναπόφευκτων διαφορών μεταξύ των συνθηκών οποιουδήποτε πειράματος επώασης και εκείνων στο χωράφι, κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα αυτά δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των αναγκών σε λίπανση, όμως καταδεικνύουν τη δυνατότητα για ανοργανοποίηση υπό συγκεκριμένες συνθήκες.

Αντιδραστήρια

- Χλωριούχο κάλιο KCl 4M
- Χλωριούχο κάλιο KCl 2M
- Δοκιμαστικοί σωλήνες και τεφλόν για την αεροστεγοποίηση τους

Εκτέλεση

Τοποθετήθηκαν 5 ml νερού σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα και κατόπιν προστέθηκαν 5 gr εδάφους και τέλος προστέθηκαν 2,5 ml νερού για να φτάσει το διάλυμα τα 12,5 ml. Ο δοκιμαστικός σωλήνας κλείστηκε ερμητικά και αεροστεγώς και επώαστηκε για 7 ημέρες στους 40°C στο σκοτάδι.

Κατόπιν τοποθετήθηκαν 5ml 2M KCl σε 12 νέους δοκιμαστικούς σωλήνες, 5gr εδάφους και ακόμη προστέθηκαν 15 ml 2M KCl για να φτάσει το διάλυμα τα 25 ml. Οι δοκιμαστικοί αυτοί σωλήνες αναδεύτηκαν για 45 λεπτά, φυγοκεντρήθηκαν και διηθήθηκαν και μετρήθηκε η συγκέντρωση $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/ml) στο διάλυμα.

Μετά την επώαση των πρώτων δοκιμαστικών σωλήνων προσθέσαμε σε αυτούς 12,5 ml 4M KCl και οπότε είχαμε και πάλι 25 ml 2M KCl. Και πάλι αναδεύσαμε, φυγοκεντρήσαμε, διηθήσαμε και μετρήσαμε $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/ml) στο διήθημα.

7.1.10 Προσδιορισμός οργανικής ουσίας εδάφους κατά Walkey-Black

Η οργανική ουσία του εδάφους είναι πηγή θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά. Επίσης πολλές ιδιότητες του εδάφους όπως η απορρόφηση και συγκράτηση του νερού, η συγκράτηση ανταλλάξιμων κατιόντων και η δημιουργία και διατήρηση καλής δομής εξαρτώνται σε μεγάλο ποσοστό από την οργανική ουσία. Από τα παραπάνω είναι φανερή η σπουδαιότητα της γνώσης του ποσοστού της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Αντιδραστήρια

- Διχρωμικό κάλιο ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 1N
- Φωσφορικό οξύ (H_3PO_4) πυκνό 85%
- Διφαινυλαμινοσουλφονικό βάριο (0,15% w/v)
- Θεϊκός σίδηρος δισθενής ($\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- Θεϊκό οξύ (H_2SO_4) πυκνό άνω του 96%

Σε κωνική φιάλη των 500ml τοποθετήθηκαν 2g εδάφους, 10ml διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ και αναδεύσαμε για να αναμειχθεί το αντιδραστήριο με το έδαφος. Στη συνέχεια προστέθηκαν γρήγορα και με συνεχή ροή 20ml πυκνού H_2SO_4 . αφού αναδεύσαμε ξανά η φιάλη αφέθηκε σε ηρεμία για περίπου 30 λεπτά.

Προσθέσαμε στη συνέχεια 200ml νερό και 10ml H_3PO_4 . Κατόπιν προσθέσαμε 0,5ml δείκτη (διφαινολαμινοσουλφονικού βαρίου) και τιτλοδοτήσαμε την περίσσεια του $K_2Cr_2O_7$ με το δισθενή θειικό σίδηρο. Στο σημείο εξουδετέρωσης το χρώμα μεταβάλλεται απότομα σε πράσινο.

7.1.11 Προσδιορισμός Ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Για την μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιήσαμε 100g στα οποία προσθέσαμε νερό πάστα, στη συνέχεια η πάστα αυτή τοποθετήθηκε στη συσκευή μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, όπου και πήραμε την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για το έδαφος αυτό. Η τιμή που πήραμε ήταν σε ms/cm.

7.2 Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο φυτικό υλικό.

Με τη λήξη της διεξαγωγής του πειράματος τα φυτά της πιπεριάς κόπηκαν περίπου 2cm πάνω από το έδαφος και αφού αποσπάστηκαν τυχόν καρποί και νεκρά μέρη ξηράθηκαν σε ξηραντήριο στους 60 °C. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε μηχανή λειοτρίβισης, όπου από εκεί τα παραλάβαμε σε μορφή μικρών κόκκων, μορφή απαραίτητη για τη διεξαγωγή των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν.

7.2.1 Προσδιορισμός ολικού N

Ο προσδιορισμός ολικού N πραγματοποιήθηκε με την ίδια μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε και για τον προσδιορισμό του ολικού N στα εδάφη με τη μόνη διαφορά ότι χρησιμοποιήθηκαν 0,5g δείγματος αντί για 2g που χρησιμοποιήθηκαν στα εδάφη.

7.2.2 Καύση για ανάλυση ολικού P-K-Ca-Mg-Na-Fe-Mn-Cu-Zn

Το φυτικό υλικό το οποίο βρισκόταν σε μορφή λεπτών κόκκων τοποθετήθηκε μέσα σε κάψες πορσελάνης στο πυραντήριο όπου παρέμεινε για τέσσερις ώρες σε θερμοκρασία 500 °C. Στην τέφρα την οποία παραλάβαμε έγινε εκχύλιση με H₂SO₄ και ο όγκος του διαλύματος που δημιουργήθηκε συμπληρώθηκε μέχρι τα 50ml με απιονισμένο νερό και τοποθετήθηκε σε φιάλες οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των P-K-Ca-Mg-Na-Fe-Mn-Cu-Zn.

Σε κάποιες από τις μετρήσεις για να πραγματοποιηθούν χρειάστηκε να γίνει αραιώση 10% και 1% κατά περίπτωση.

- Ο προσδιορισμός του καλίου και του νατρίου έγινε με τη χρήση του φλογοφωτόμετρου με τη μέθοδο που περιγράφεται στον προσδιορισμό των στοιχείων αυτών για τα εδαφικά διαλύματα.
- Ο προσδιορισμός του ασβεστίου, του μαγνησίου, του σιδήρου, του μαγγανίου, του χαλκού και του ψευδαργύρου έγινε με τη συσκευή ατομικής απορρόφησης με τη μέθοδο που περιγράφεται πιο πάνω για τα εδαφικά διαλύματα.
- Για τον προσδιορισμό του ολικού φωσφόρου τοποθετήθηκαν σε φιάλες:
 - 2ml πυκνού δείγματος
 - 10ml απιονισμένο νερό
 - 5 σταγόνες νιτροφαινόλης (δείκτης)
 - 10ml ασκορβικό οξύ

Το διάλυμα αυτό μετρήθηκε με τη χρήση του φασματοφωτόμετρου και μας έδωσε την τιμή του φωσφόρου εκφρασμένη σε ppm.



Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

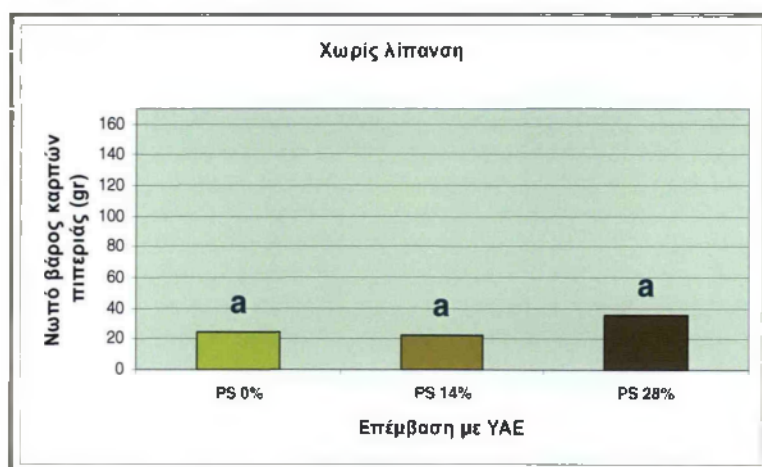
1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

1.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΡΠΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ

1.1.1 Αμμώδες έδαφος

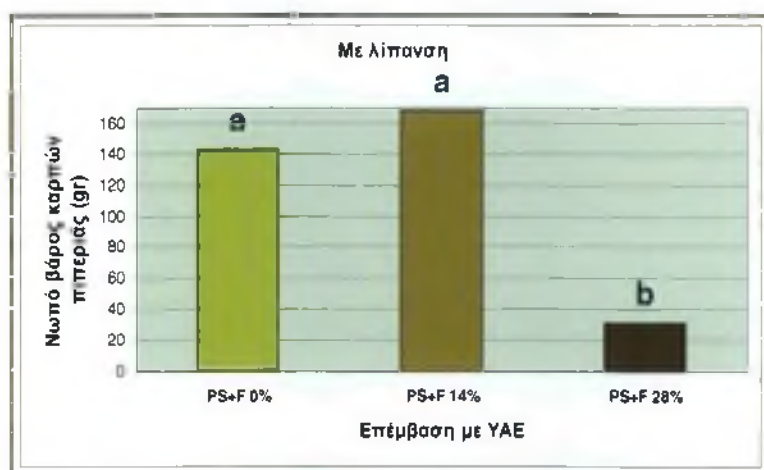
Στο αμμώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση τω ΥΑΕ αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:

- Νωπά βάρη καρπών



Διάγραμμα 1: Νωπά βάρη καρπών πιπεριάς, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, χωρίς λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=5).

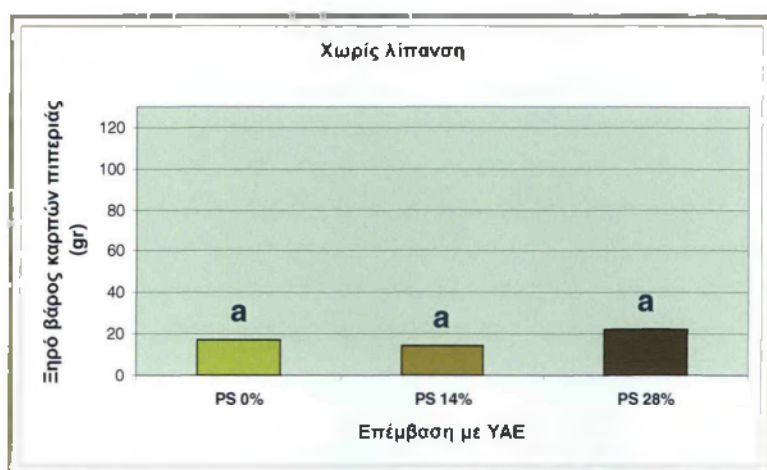
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών πιπεριάς στο αμμώδες έδαφος (νωπό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ χωρίς εφαρμογή λίπανσης, παρατηρούμε ότι με τη μεγάλη δόση εφαρμογής των ΥΑΕ (28%) παρατηρείται μια τάση αύξησης της παραγωγής.



Διάγραμμα 2: Νωπά βάρη καρπών πιπεριάς, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=5).

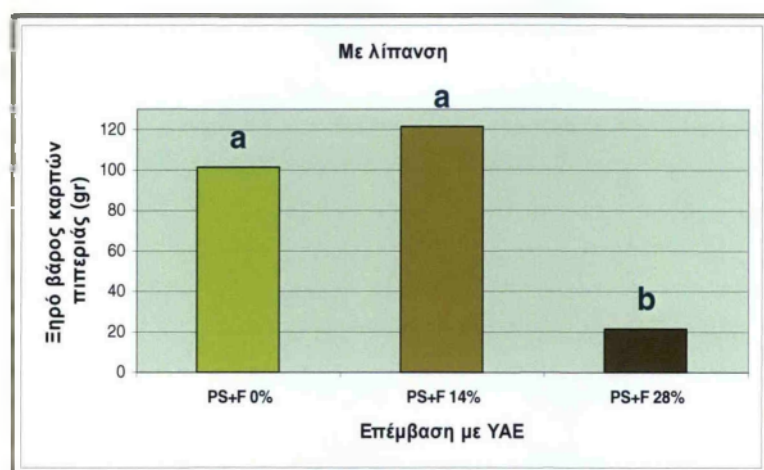
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών πιπεριάς στο αμμώδες έδαφος (νωπό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ με προσθήκη λίπανσης, παρατηρούμε πως (αντίθετα με την περίπτωση χωρίς λίπανση) με την εφαρμογή των ΥΑΕ στη μεγάλη συγκέντρωση (28%) σημειώνεται μια δραματική μείωση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Αντίθετα με την εφαρμογή της μικρής δόσης ΥΑΕ παρατηρείται μια ελαφρά τάση αύξησης της παραγωγής.

- Ξηρά βάρη καρπών



Διάγραμμα 3: Ξηρά βάρη καρπών πιπεριάς, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, χωρίς λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών πιπεριάς στο αμμώδες έδαφος (ξηρό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ χωρίς την προσθήκη λίπανσης, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή των ΥΑΕ στη μεγάλη συγκέντρωση (28%) παρατηρείται μια ελαφρά αύξηση της παραγωγής.



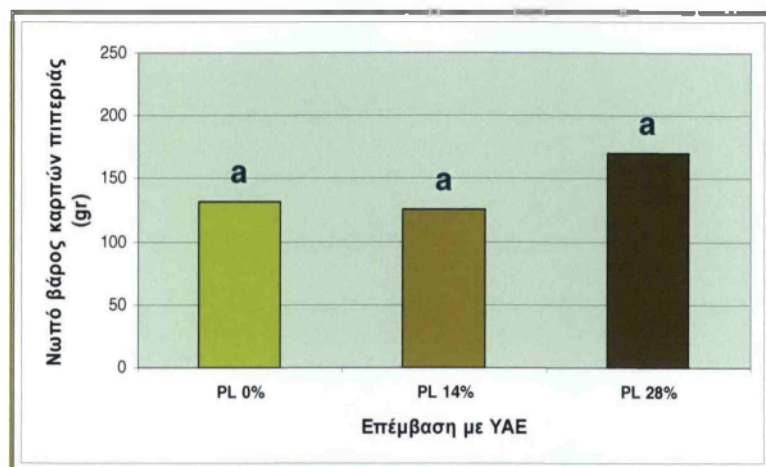
Διάγραμμα 4: Ξηρά βάρη καρπών πιπεριάς, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών πιπεριάς σε αμμώδες έδαφος (ξηρό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, με την εφαρμογή λίπανσης παρατηρούμε πως με την εφαρμογή των ΥΑΕ στη μεγάλη συγκέντρωση (28%) σημειώνεται μια δραματική μείωση της παραγωγής σε αντίθεση με την επέμβαση χωρίς λίπανση που η συγκέντρωση σημειώνει ελαφρά αύξηση, η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

1.1.2 Πηλώδες έδαφος

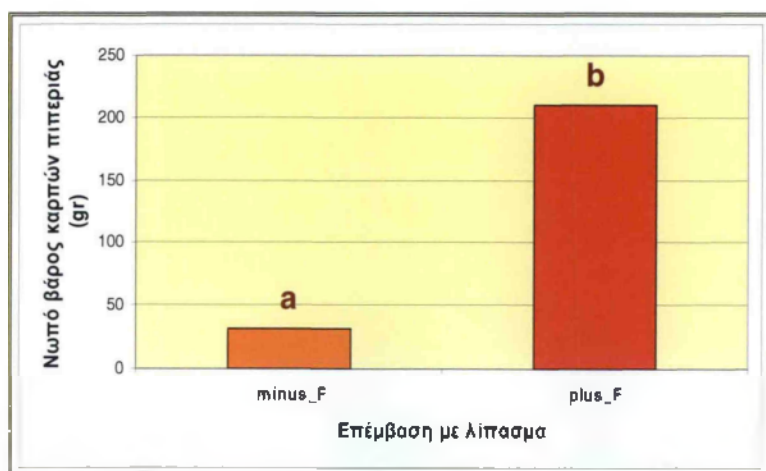
Στο πηλώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης:

- **Νωπά βάρη καρπών**



Διάγραμμα 5: Νωπά βάρη καρπών πιπεριάς, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

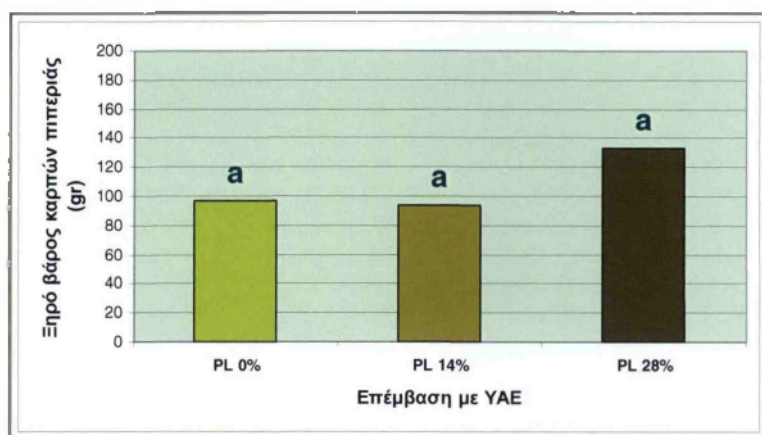
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών πιπεριάς στο πηλώδες έδαφος (νωπό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή των ΥΑΕ στη μεγάλη συγκέντρωση (28%) σημειώνεται μια τάση αύξησης της παραγωγής.



Διάγραμμα 6: Νωπά βάρη καρπών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

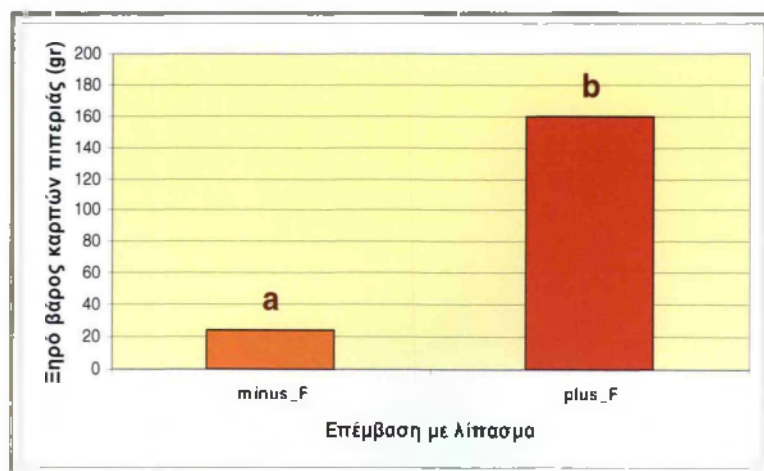
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών πιπεριάς στο πηλώδες έδαφος (νωπό βάρος) για τις δύο επεμβάσεις με λίπασμα, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή λίπανσης σημειώνεται μια δραματική αύξηση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

- Ξηρά βάρη καρπών



Διάγραμμα 7: Ξηρά βάρη καρπών πιπεριάς, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών πιπεριάς στο πηλώδες έδαφος (ξηρό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή των ΥΑΕ στη μεγάλη συγκέντρωση (28%) σημειώνεται μια ελαφρά αύξηση της παραγωγής.



Διάγραμμα 8: Ξηρά βάρη καρπών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών πιπεριάς στο πηλώδες έδαφος (ξηρό βάρος) για τις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή λίπανσης σημειώνεται μια δραματική αύξηση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Συνολικά από τη σύγκριση των διαγραμμάτων, φαίνεται ότι οι μετρήσεις είτε των νωπών είτε των ξηρών βαρών των καρπών πιπεριάς δίνουν παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά την επίδραση των ΥΑΕ στο αμμώδες έδαφος.

Από τα διαγράμματα 1-11 συνάγεται ότι η λίπανση με Ν και Ρ οδήγησε σε δραματική αύξηση της βιομάζας των καρπών και στα δύο εδάφη, με εξαίρεση την περίπτωση της μεγάλης δόσης ΥΑΕ (28%) στο αμμώδες έδαφος, όπου πιθανότατα λόγω αύξησης της αλατότητας από τη συνδυασμένη εφαρμογή ΥΑΕ και λίπανσης δεν αυξήθηκε η παραγωγή βιομάζας καρπών. Η εφαρμογή ΥΑΕ έτεινε να αυξήσει ελαφρά την παραγωγή βιομάζας καρπών στο έδαφος με εξαίρεση τη συνδυασμένη εφαρμογή λίπανσης και μεγάλης δόσης ΥΑΕ (28%) στο αμμώδες έδαφος. Στις εικόνες που ακολουθούν απεικονίζονται καθαρά τα παραπάνω συμπεράσματα. Στις παρακάτω εικόνες δεν υπάρχει η πραγματοποιημένη τυχαιοποίηση με σκοπό την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 4: Πηλώδες έδαφος, χωρίς λίπανση, με συγκεντρώσεις ΥΑΕ από πάνω προς τα κάτω 0%, 14%, 28%.



Εικόνα 5: Πηλώδες έδαφος, με λίπανση, με συγκεντρώσεις ΥΑΕ από πάνω προς τα κάτω 0%, 14%, 28%.



Εικόνα 6: Αμμώδες έδαφος, χωρίς λίπανση, με συγκεντρώσεις ΥΑΕ από πάνω προς τα κάτω 0%, 14%, 28%.



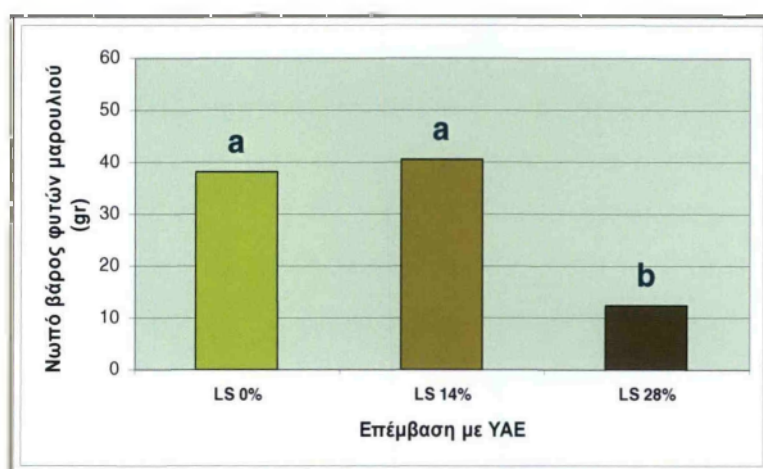
Εικόνα 7: Αμμώδες έδαφος, χωρίς λίπανση, με συγκεντρώσεις ΥΑΕ από πάνω προς τα κάτω 0%, 14%, 28%.

1.2 Παραγωγή μαρουλιών σε γραμμάρια

Δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης σε κάποιο από τα δύο εδάφη:

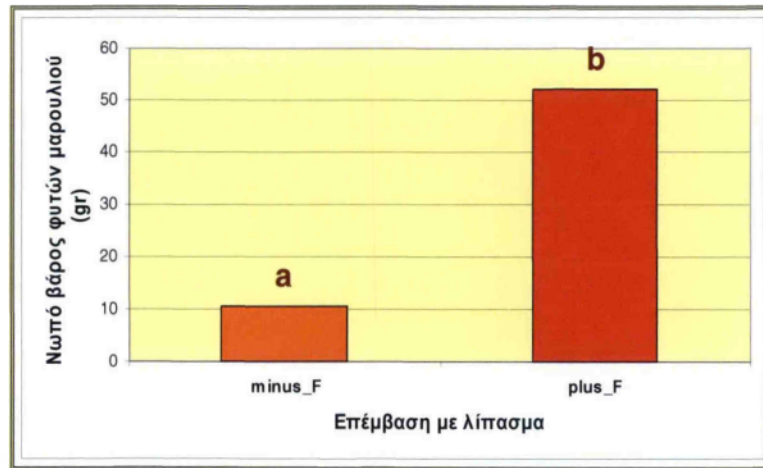
1.2.1 Αμμώδες έδαφος

- Νωπά βάρη καρπών



Διάγραμμα 9: Νωπά βάρη φυτών μαρουλιού, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

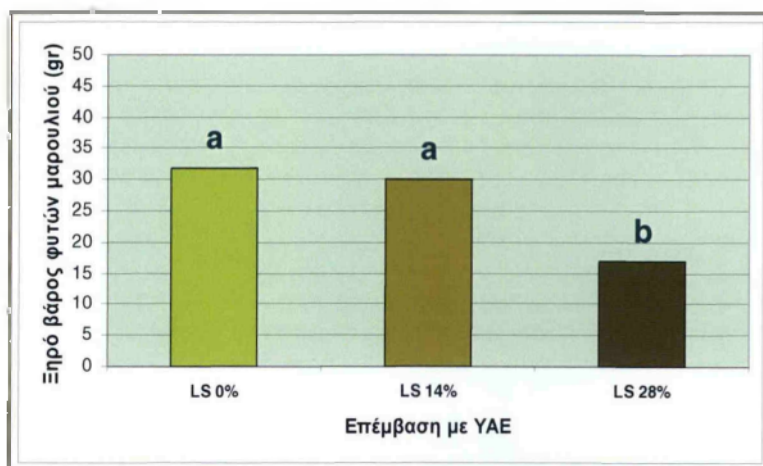
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή φυτών μαρουλιού στο αμμώδες έδαφος (νωπό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή των ΥΑΕ στη μεγάλη συγκέντρωση (28%) σημειώνεται μια δραματική μείωση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 10: Νωπά βάρη φυτών μαρουλιού, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή φυτών μαρουλιού σε αμμώδες έδαφος (νωπό βάρος) για τις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή λίπανσης σημειώνεται μια δραματική αύξηση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

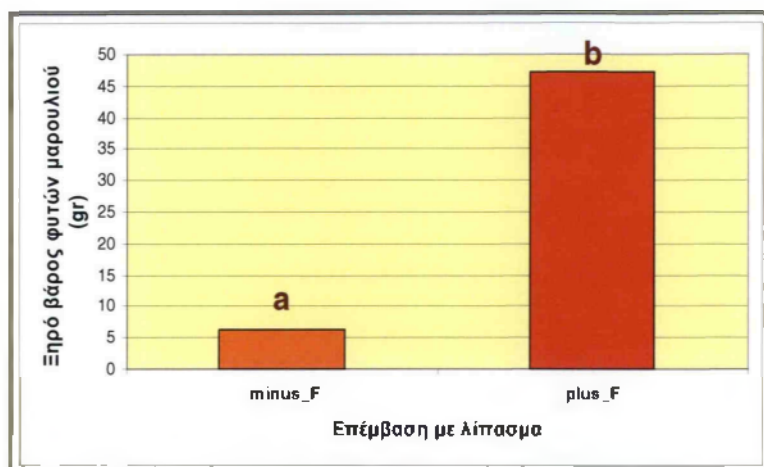
- Ξηρά βάρη καρπών



Διάγραμμα 11: Ξηρά βάρη φυτών μαρουλιού, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή φυτών μαρουλιού σε αμμώδες έδαφος (ξηρό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή των ΥΑΕ στη μεγάλη συγκέντρωση (28%)

σημειώνεται μια ελαφρά μείωση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

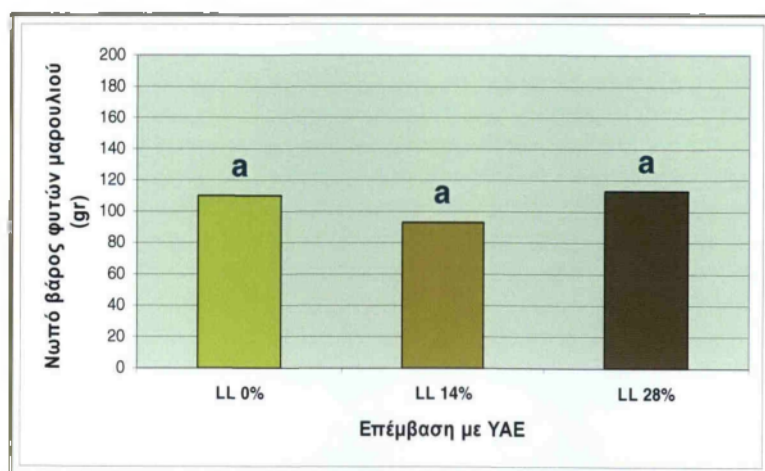


Διάγραμμα 12: Ξηρά βάρη φυτών μαρουλιού, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή φυτών μαρουλιού σε αμμώδες έδαφος (ξηρό βάρος) για τις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή λίπανσης σημειώνεται μια δραματική αύξηση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

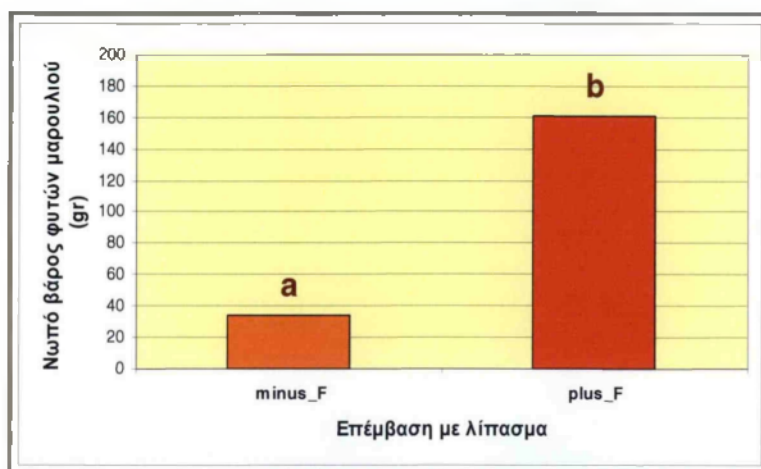
1.2.2 Πηλώδες έδαφος

- Νωπά βάρη καρπών



Διάγραμμα 13: Νωπά βάρη φυτών μαρουλιού, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις YAE, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

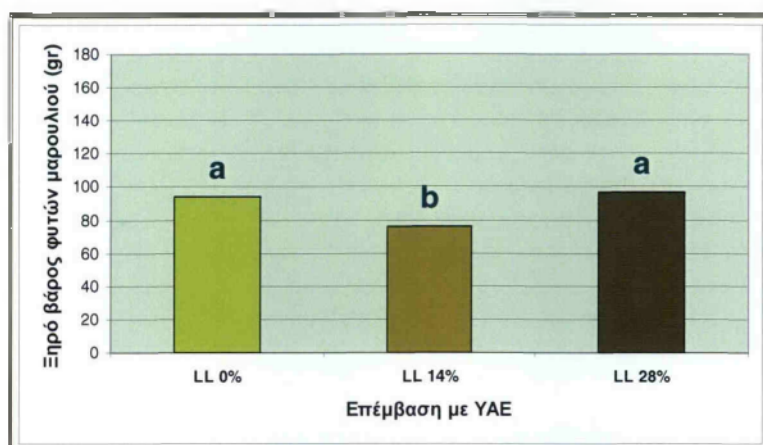
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή φυτών μαρουλιού σε πηλώδες έδαφος (νωπό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή των ΥΑΕ σε κάθε μια από τις συγκεντρώσεις δεν παρατηρείται κάποια συστηματική διαφοροποίηση στην παραγωγή με εξαίρεση την συγκέντρωση 14% στην οποία παρατηρείται μια ελαφρά τάση μείωσης της παραγωγής.



Διάγραμμα 14: Νωπά βάρη φυτών μαρουλιού, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

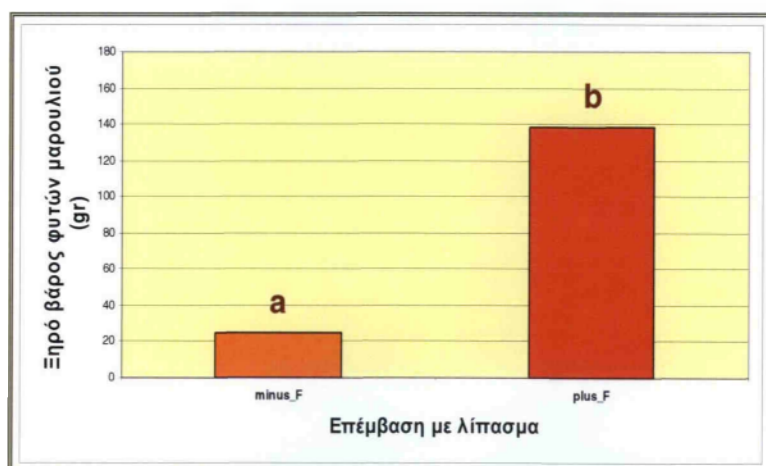
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή φυτών μαρουλιού σε πηλώδες έδαφος (νωπό βάρος) για τις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή λίπανσης σημειώνεται μια δραματική αύξηση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

- Ξηρά βάρη καρπών



Διάγραμμα 15: Ξηρά βάρη φυτών μαρουλιού, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή φυτών μαρουλιού σε πηλώδες έδαφος (ξηρό βάρος) για τις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή των ΥΑΕ σε συγκέντρωση 14% σημειώνεται μια ελαφρά μείωση της παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



Διάγραμμα 16: Ξηρά βάρη φυτών μαρουλιού, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά φυτό και δοχείο ανάπτυξης (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή φυτών μαρουλιού σε πηλώδες έδαφος (ξηρό βάρος) για τις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε πως με την εφαρμογή λίπανσης σημειώνεται μια δραματική αύξηση της

παραγωγής η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Συνολικά η παραγωγή μαρουλιού εμφανίστηκε ευαίσθητη στην εφαρμογή ΥΑΕ στο αμμώδες έδαφος, όπως φαίνεται και στις εικόνες που ακολουθούν.

Παρατηρείται μια στατιστικά σημαντική μείωση της παραγωγής στη μεγάλη δόση εφαρμογής ΥΑΕ (28%) στο αμμώδες έδαφος, ενώ στο πηλώδες η ανταπόκριση των φυτών είναι σχετικά ουδέτερη. Η λίπανση αύξησε δραματικά την παραγωγή και στα δύο εδάφη (όπως και στην περίπτωση της παραγωγής πιπεριάς με εξαίρεση τη μεγάλη δόση ΥΑΕ στο αμμώδες).



Εικόνα 8: Αμμώδες έδαφος, με λίπανση, με συγκεντρώσεις ΥΑΕ από πάνω προς τα κάτω 0%, 14%, 28%.



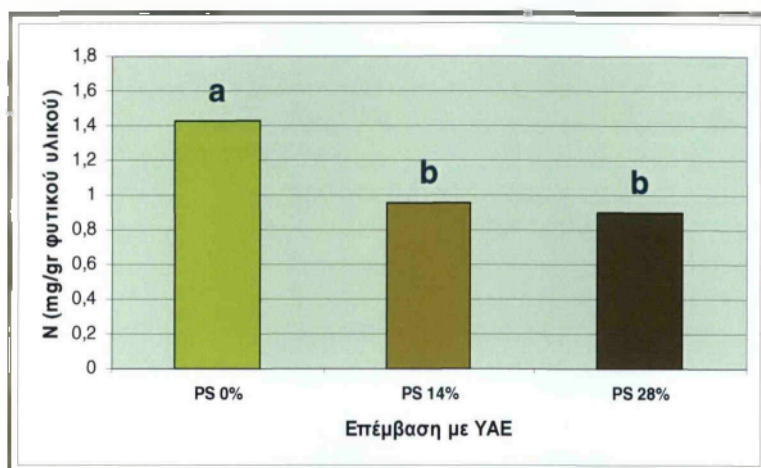
Εικόνα 9: Πηλώδες έδαφος, με λίπανση, με συγκεντρώσεις ΥΑΕ από πάνω προς τα κάτω 0%, 14%, 28%.

2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

2.1 Αμμώδες έδαφος

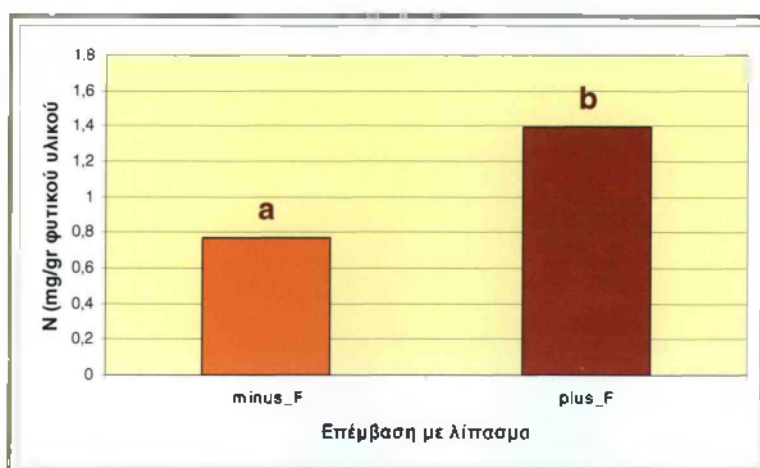
- **Ολικό N**

Στο αμμώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής YAE με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα 17: Ολικό N σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση N στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE, παρατηρούμε μια μείωση με την εφαρμογή YAE, η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



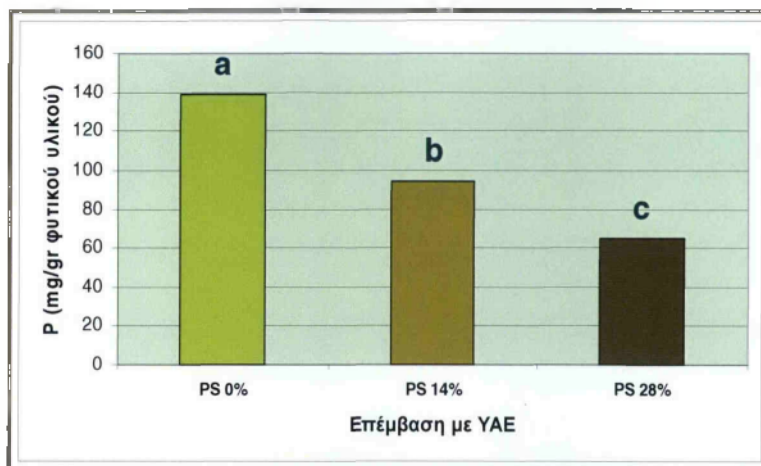
Διάγραμμα 18: Ολικό N σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση N στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια αύξηση η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Συμπεραίνεται ότι η εφαρμογή YAE δημιούργησε πρόβλημα αζωτούχου θρέψης, πιθανότατα επειδή αύξησε τη μικροβιακή δραστηριότητα και την ακινητοποίηση αζώτου στη μικροβιακή βιομάζα, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα N για τα φυτά. Η λίπανση με άζωτο αποκατέστησε την συγκέντρωση αζώτου σε κανονικά επίπεδα στα φυτά.

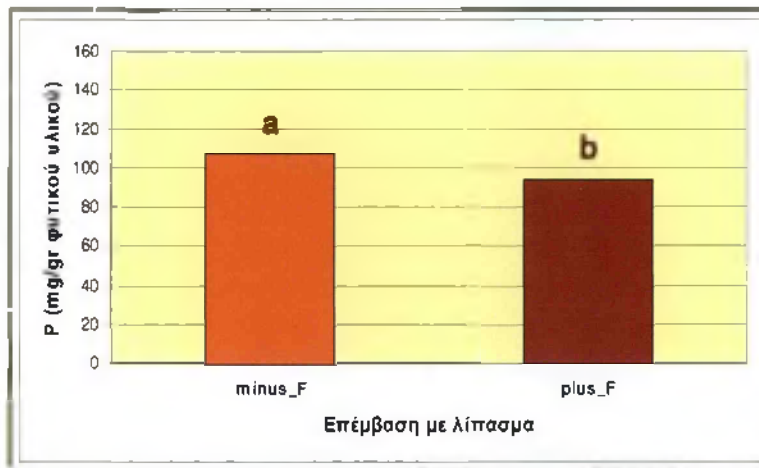
- **Ολικό P**

Στο αμμώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής YAE με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα19: Ολικός P σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n-10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση P στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE, παρατηρούμε ξεκινώντας από τη μηδενική προς την μεγάλη συγκεντρώση (28%) μια τάση μείωσης η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 και για τις τρεις επεμβάσεις.



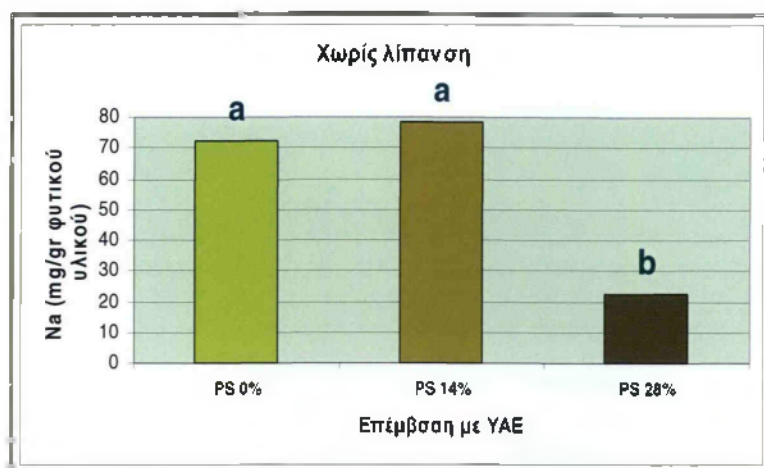
Διάγραμμα 20: Ολικός P σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση P στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια ελαφρά μείωση η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Η μείωση της συγκέντρωσης αζώτου που παρατηρήθηκε με την εφαρμογή των ΥΑΕ είναι δύσκολο να εξηγηθεί. Ίσως οφείλεται στην ακινητοποίηση Φωσφόρου στη μικροβιακή εδαφική βιομάζα (φαινόμενο αντίστοιχο με την ακινητοποίηση αζώτου). Η εφαρμογή φωσφορικής λίπανσης δεν οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης P στα φυτά αλλά αντίθετα σε μικρή αλλά σημαντική μείωση. Αυτό οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στην ταυτόχρονη εφαρμογή N και P λίπανσης που οδήγησε σε δραματική αύξηση της φυτικής βιομάζας. Με τον ίδιο τρόπο, παρότι η συγκέντρωση P δεν αυξήθηκε, η συνολική ποσότητα P του αποροφήθηκε ανά φυτό πολλαπλασιάστηκε στα φυτά που δέχτηκαν ανόργανη λίπανση.

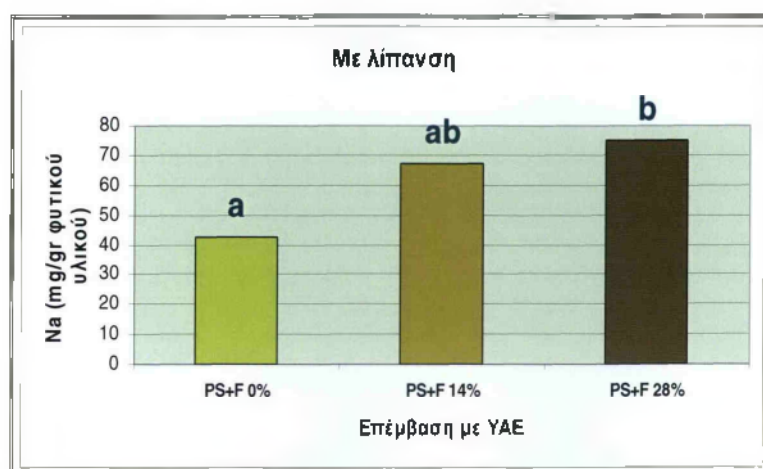
- **Ολικό Na**

Στο αμμώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση τω ΥΑΕ αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:



Διάγραμμα21: Ολικό Na σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, χωρίς λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση Na στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ και χωρίς λίπανση, παρατηρούμε στη μεγάλη συγκέντρωση των ΥΑΕ (28%) μια δραματική μείωση η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και πιθανά σχετίζεται με την αυξημένη διαθεσιμότητα Καλίου.

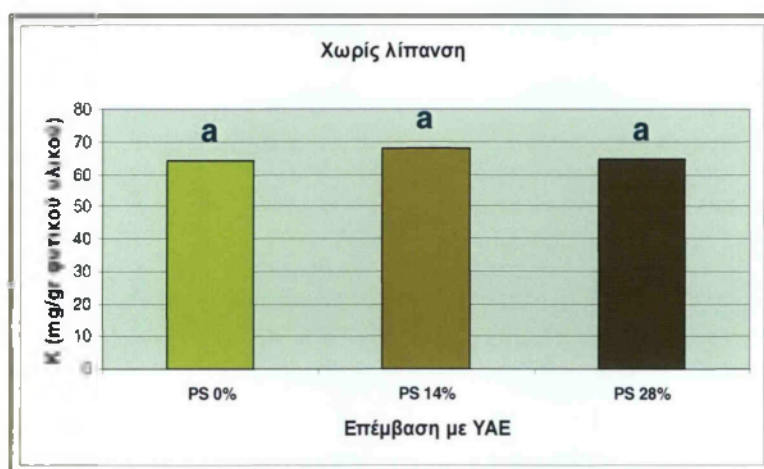


Διάγραμμα 22: Ολικό Na σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Na στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE και με λίπανση, παρατηρούμε μια σταδιακή αύξηση από τη μηδενική συγκέντρωση προς τη συγκέντρωση 28%,σε αντίθεση με την επέμβαση χωρίς λίπανση που η συγκέντρωση 28% σημειώνει δραματική μείωση.

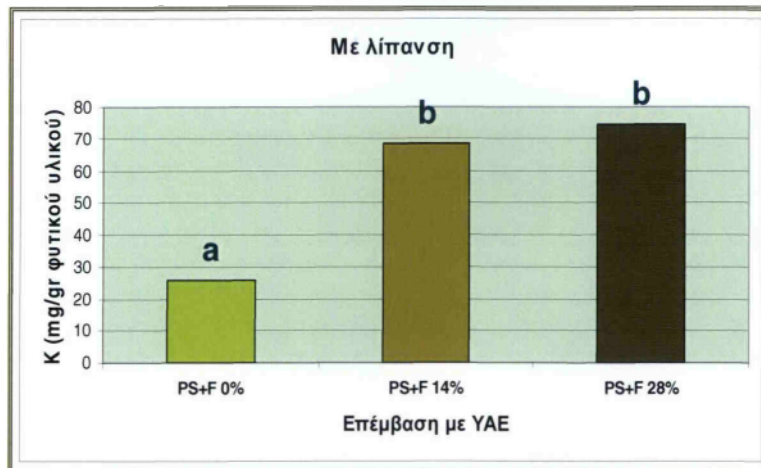
- **Ολικό K**

Στο αμμώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής YAE με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση τω YAE αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:



Διάγραμμα 23: Ολικό K σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE, χωρίς λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gg φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του K στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE χωρίς λίπανση, παρατηρούμε έλλειψη ανταπόκρισης των φυτών στην εφαρμογή YAE τα οποία είναι πλούσια σε K, πιθανότατα λόγω προβληματικής ανάπτυξης εξ αιτίας της έλλειψης αζώτου.

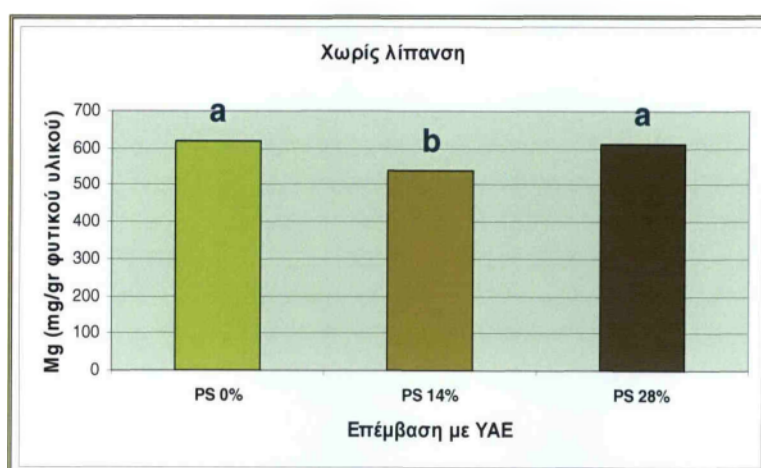


Διάγραμμα 24: Ολικό Κ σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Κ στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ με λίπανση, παρατηρούμε ανταπόκριση των φυτών στην εφαρμογή των ΥΑΕ με υπερδιπλασιασμό της συγκέντρωσης Κ στις συγκεντρώσεις 14% και 28% οι οποίες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το Duncan test για επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

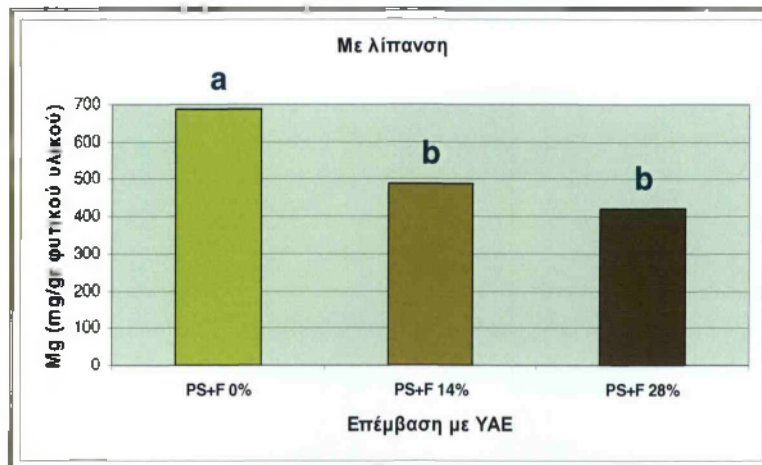
- **Ολικό Mg**

Στο αμμώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση τω ΥΑΕ αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:



Διάγραμμα 25: Ολικό Mg σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, χωρίς λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Mg στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE χωρίς λίπανση, παρατηρούμε μια μείωση στη συγκέντρωση 14%, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το Duncan test σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

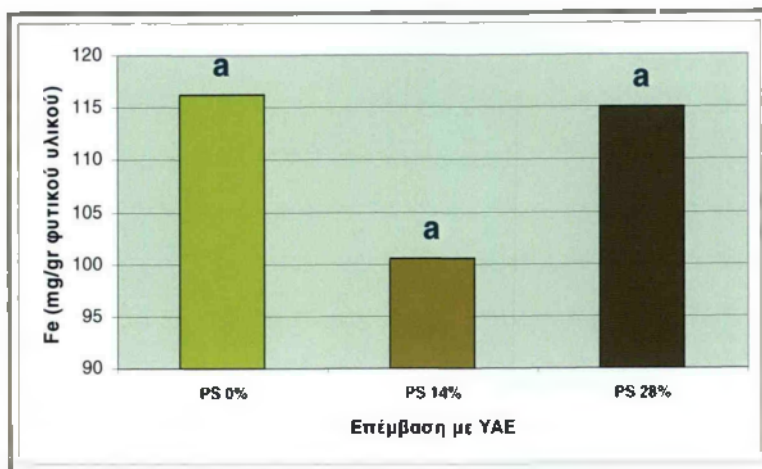


Διάγραμμα 26: Ολικό Mg σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE, με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμόδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Mg στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE με λίπανση, παρατηρούμε μια μείωση από τη μηδενική συγκέντρωση προς την συγκέντρωση 28%, με τις συγκεντρώσεις 14% και 28% να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το Duncan test για επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

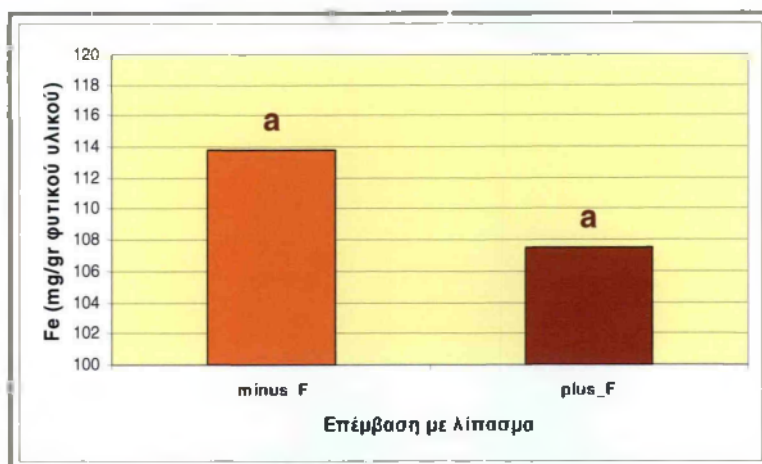
- **Ολικός Fe**

Στο αμμώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα 27: Ολικός Fe σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση Fe στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε έναν υποδιπλασιασμό στη συγκέντρωση 14%.

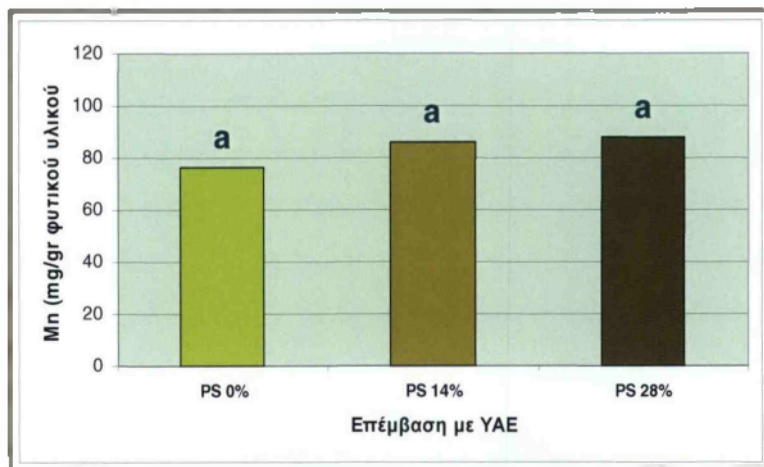


Διάγραμμα 28: Ολικός Fe σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Fe στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπασμα, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπασμα μια τάση μείωσης, η οποία όμως αντιστοιχεί σε αύξηση της ολική ποσότητας που εφαρμόστηκε ανά φυτό.

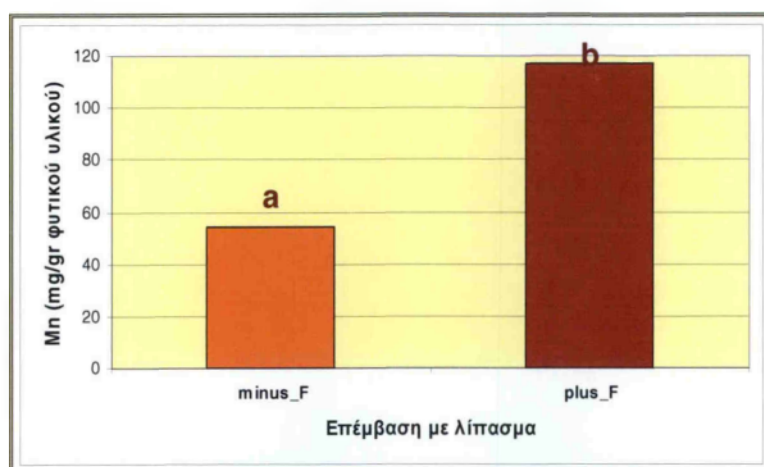
- **Ολικό Μn**

Στο αμμώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα 29: Ολικό Μn σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Μn στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε έλλειψη ανταπόκρισης των φυτών στην εφαρμογή ΥΑΕ..

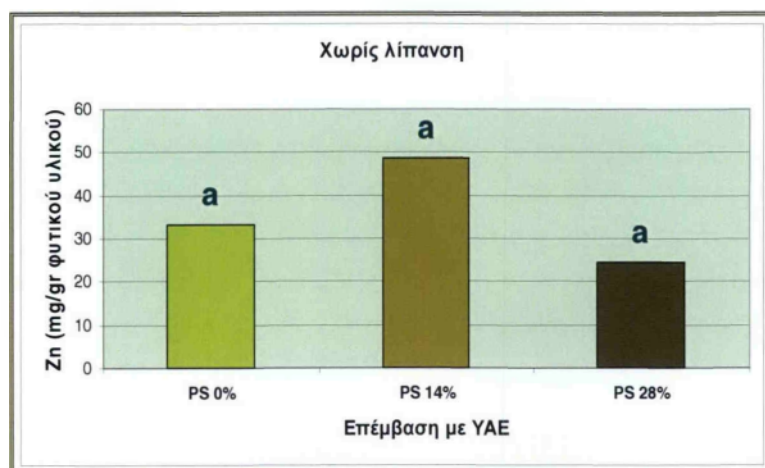


Διάγραμμα 30: Ολικός Μn σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Μn στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπασμα, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπασμα υπερδιπλασιασμό της συγκέντρωσης Μn, η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

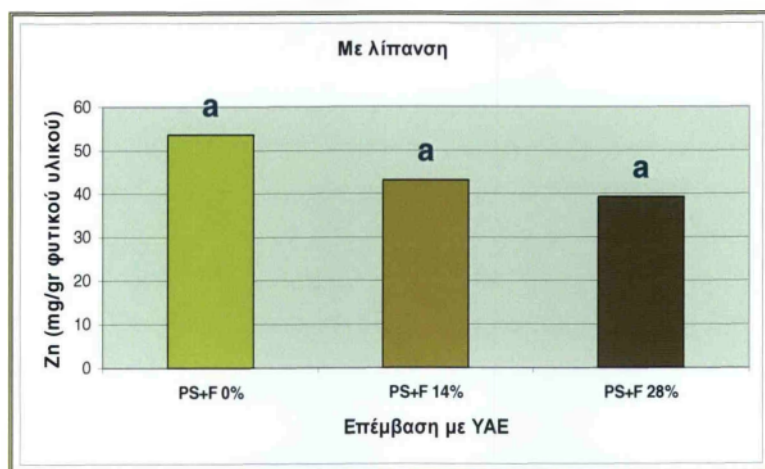
- **Ολικό Ζn**

Στο αμμώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση τω ΥΑΕ αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:



Διάγραμμα 31: Ολικό Ζn σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ χωρίς λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Ζn στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ χωρίς λίπανση, παρατηρούμε μια τάση αύξησης για την συγκέντρωση 14% και μείωσης για την συγκέντρωση 28%.

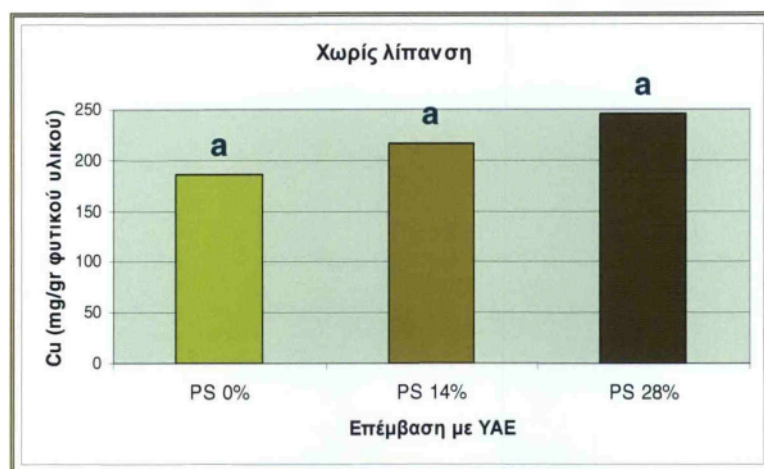


Διάγραμμα 32: Ολικός Ζn σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ χωρίς λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Mn στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE και με λίπανση, παρατηρούμε μια σταδιακή τάση μείωσης για τις συγκεντρώσεις 14% και 28%.

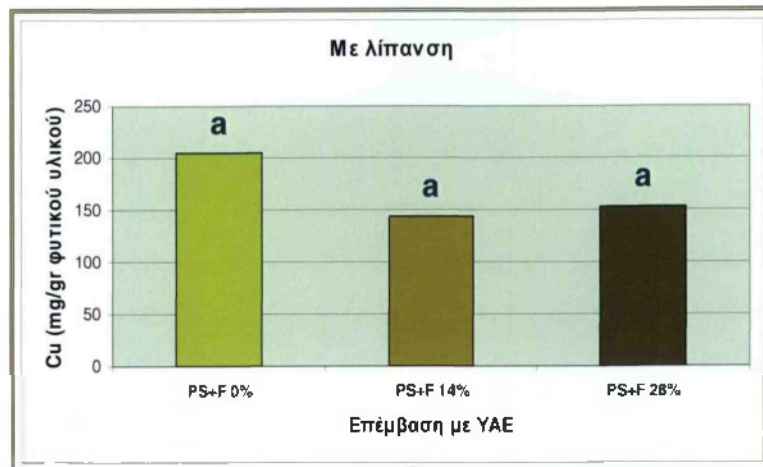
- **Ολικός Cu**

Στο αμμώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής YAE με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση των YAE αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:



Διάγραμμα 33: Ολικός Cu σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις επεμβάσεις με YAE χωρίς λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Cu στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις YAE χωρίς λίπανση, παρατηρούμε μια σταδιακή τάση αύξησης για τις συγκεντρώσεις 14% και 28%.



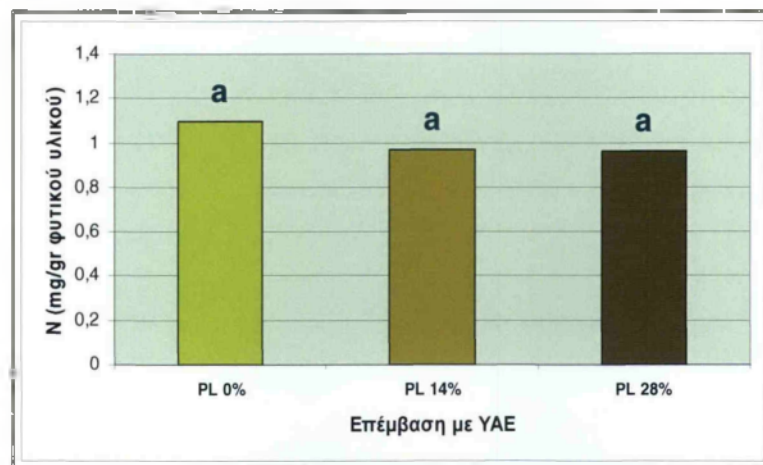
Διάγραμμα 34: Ολικός Cu σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις επεμβάσεις με ΥΑΕ με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Cu στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ και με λίπανση, παρατηρούμε μια τάση μείωσης για τις συγκεντρώσεις 14% και 28%.

2.2 Πηλώδες έδαφος

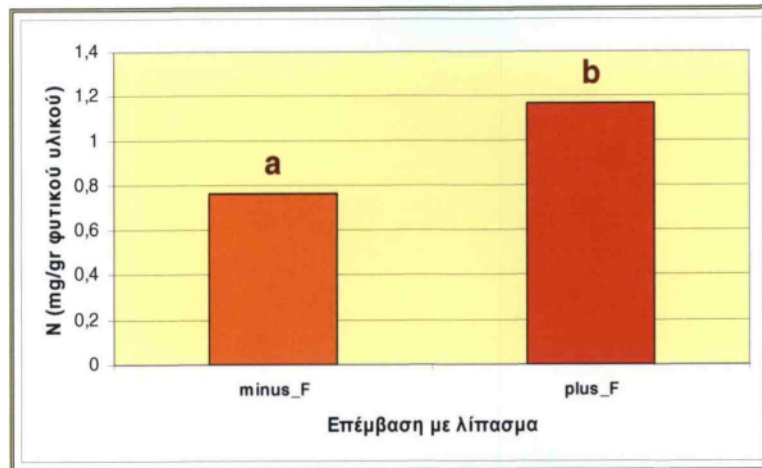
- **Ολικό N**

Στο πηλώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα 35: Ολικό N σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση N στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε μια ελαφρά τάση μείωσης στις συγκεντρώσεις 14% και 28%.

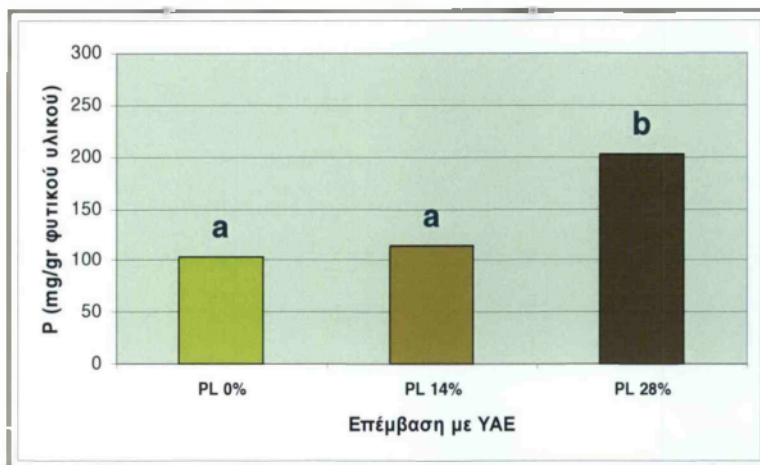


Διάγραμμα 36: Ολικός N σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του N στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια αύξηση η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05, προφανώς ως αποτέλεσμα της αζωτούχου λίπανσης.

- **Ολικό P**

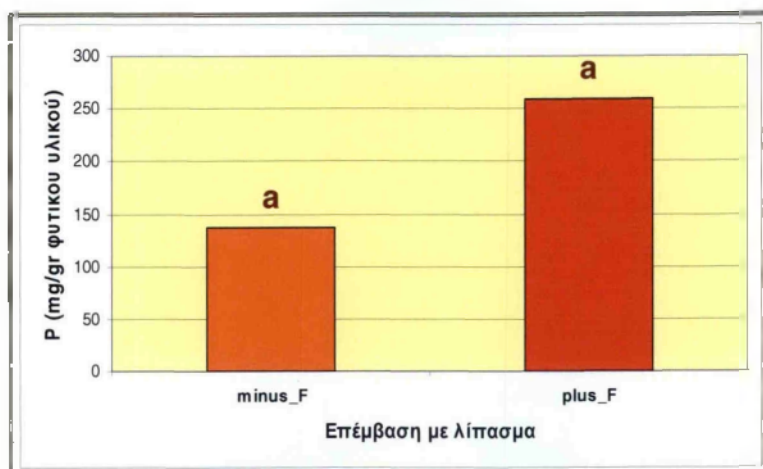
Στο πηλώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα 37: Ολικός P σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση P στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε μια τάση αύξησης στη συγκέντρωση 28% η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά

σύμφωνα με το Duncan test σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και μάλλον σχετίζεται με την περιεκτικότητα των ΥΑΕ σε P.

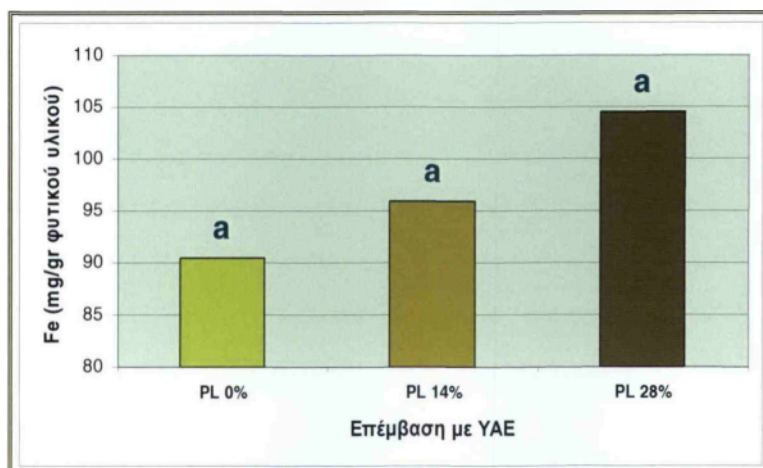


Διάγραμμα 38: Ολικός P σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση P στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια δραματική τάση αύξησης, που αναμένεται με την εφαρμογή της φωσφορικής λίπανσης.

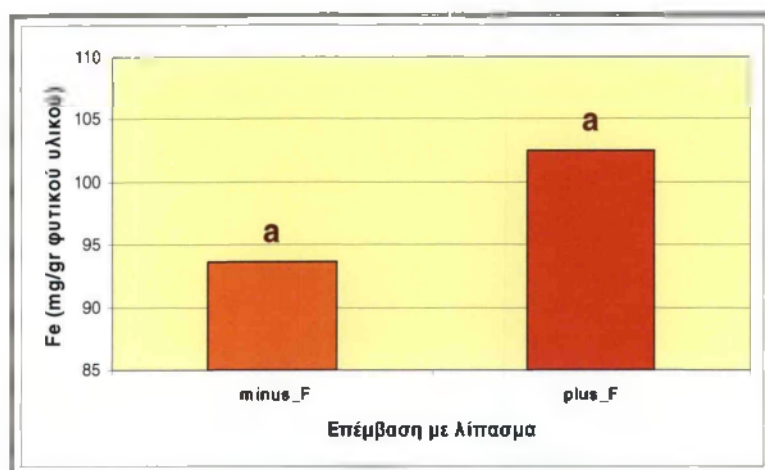
- Ολικός Fe

Στο πηλώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα 39: Ολικός Fe σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση Fe στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε μια συστηματική τάση αύξησης από τη μηδενική συγκέντρωση προς την συγκέντρωση 28% και μάλλον σχετίζεται με την περιεκτικότητα των ΥΑΕ σε Fe.

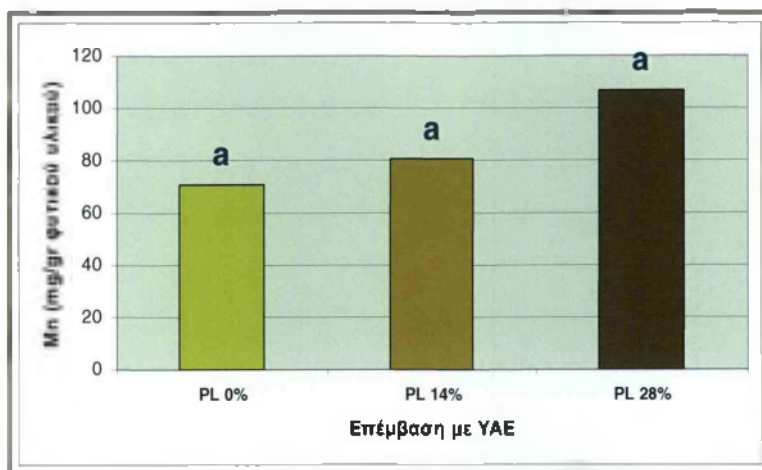


Διάγραμμα 40: Ολικός Fe σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση Fe στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια τάση αύξησης, που πιθανότατα σχετίζεται με την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών

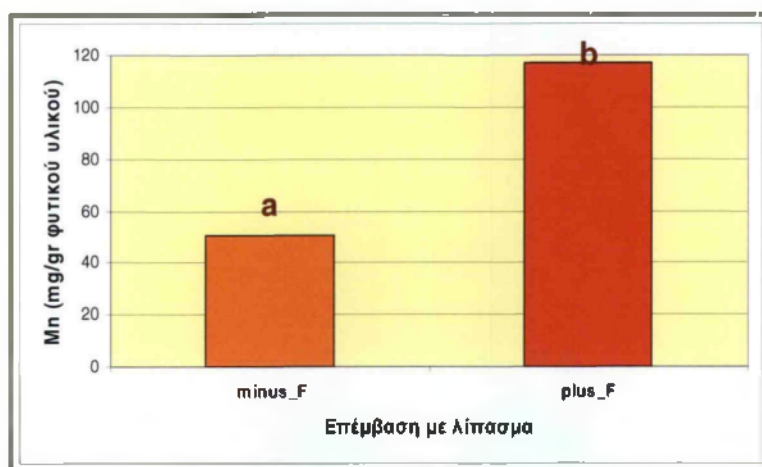
- **Ολικό Μn**

Στο πηλώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα 41: Ολικό Μn σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Μn στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε μια συστηματική τάση αύξησης από τη μηδενική συγκέντρωση προς την συγκέντρωση 28% και μια ελαφρά αύξησης στη συγκέντρωση 28%.



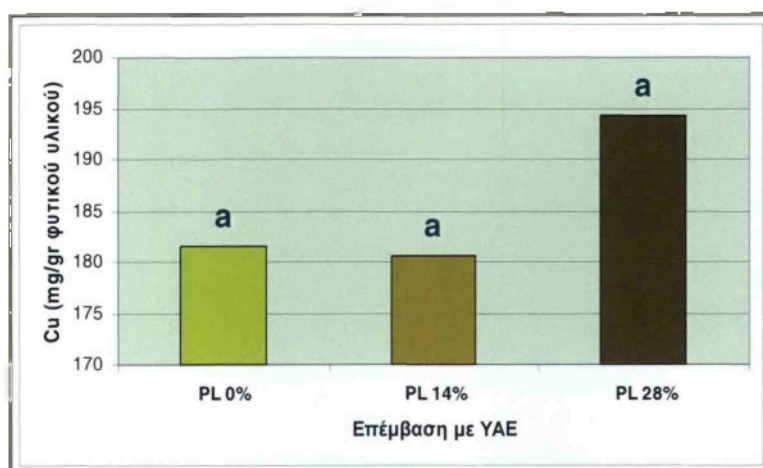
Διάγραμμα 42: Ολικό Μn σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Μn στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπασμα,

παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπασμα υπερδιπλασιασμό, ο οποίος σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντικός για επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

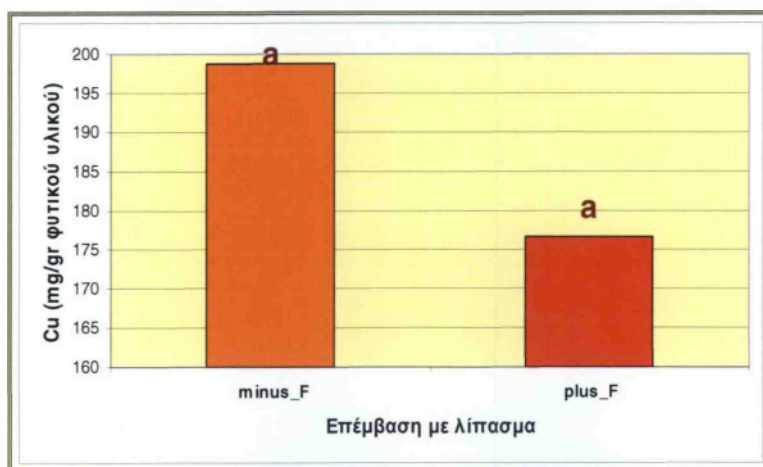
- **Ολικό Cu**

Στο πηλώδες έδαφος δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης:



Διάγραμμα 43: Ολικό Cu σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

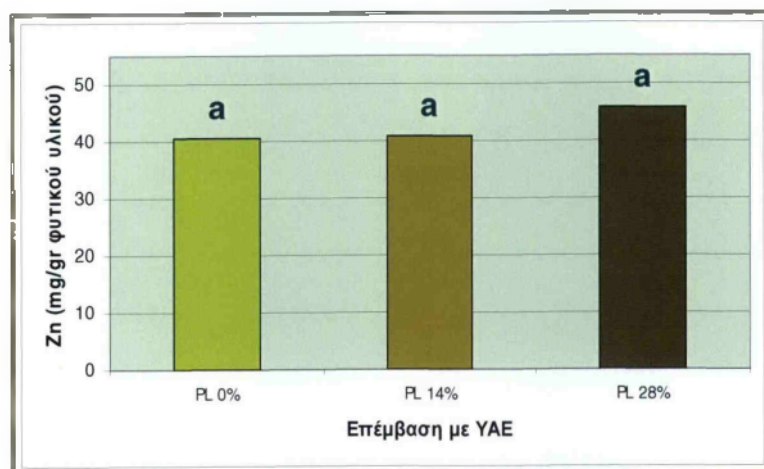
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Cu στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε μια δραματική αύξηση στη συγκέντρωση 28%.



Διάγραμμα 44: Ολικό Cu σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

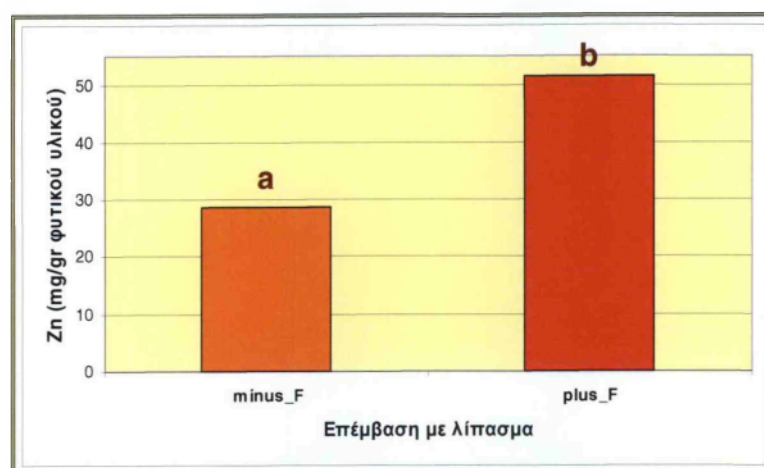
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Cu στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια δραματική τάση μείωσης.

- **Ολικό Zn**



Διάγραμμα 45: Ολικό Zn σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Zn στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε μια ελαφρά τάση αύξησης στη συγκέντρωση 28%.

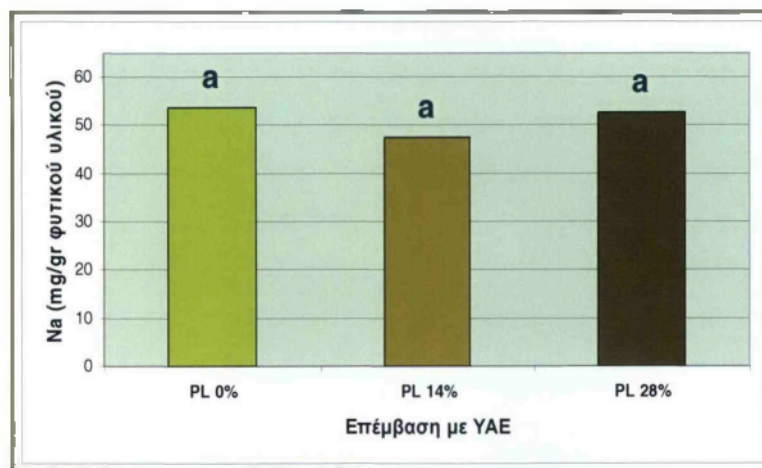


Διάγραμμα 46: Ολικό Zn σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Zn στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια τάση αύξησης η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

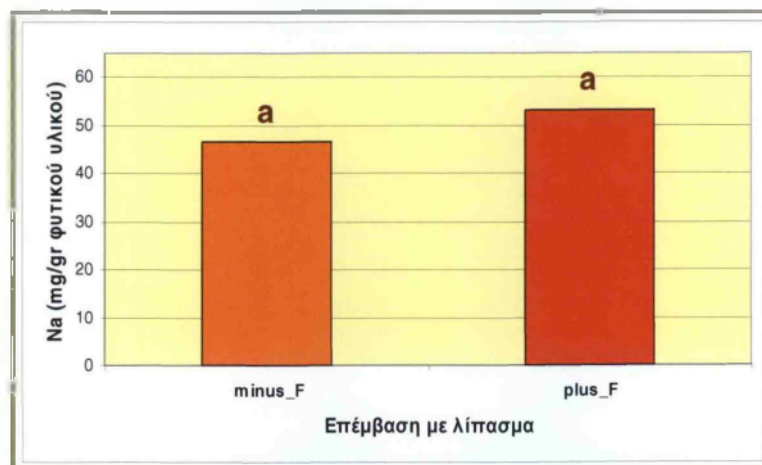
- **Ολικό Na**

Στο πηλώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση τω ΥΑΕ αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:



Διάγραμμα 47: Ολικό Na σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση Na στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, δεν παρατηρούμε ουσιαστική διαφοροποίηση.

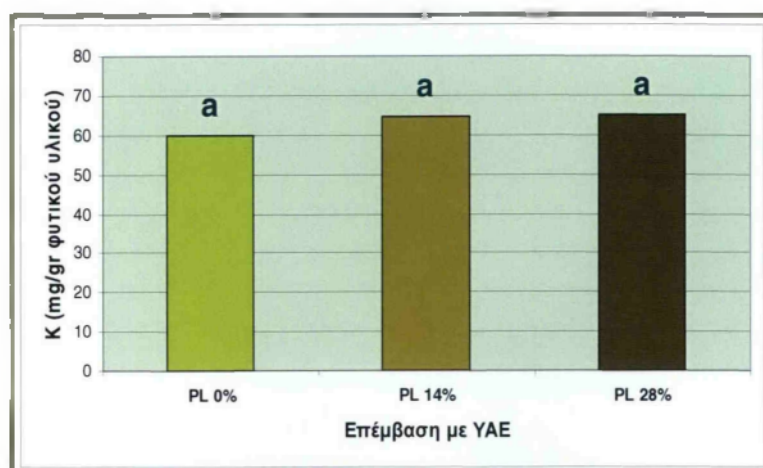


Διάγραμμα 48: Ολικό Na σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n=10).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση Na στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια ελαφρά τάση αύξησης.

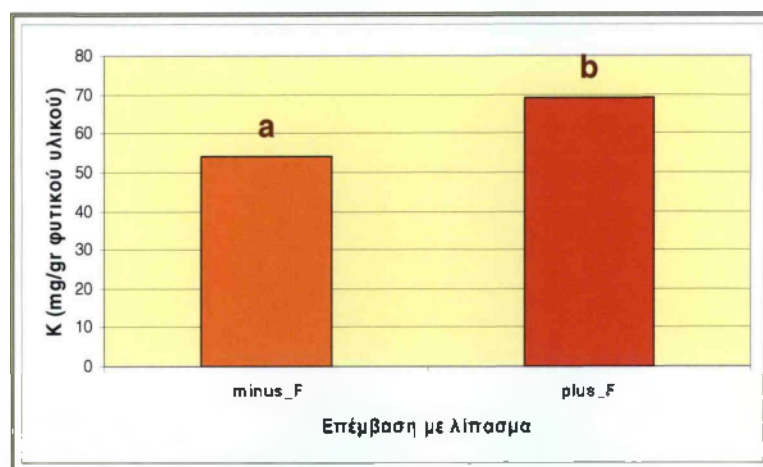
- **Ολικό Κ**

Στο πηλώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση τω ΥΑΕ αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:



Διάγραμμα 49: Ολικό Κ σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Κ στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, παρατηρούμε μια ελαφρά αύξηση στις συγκεντρώσεις 14% και 28%.

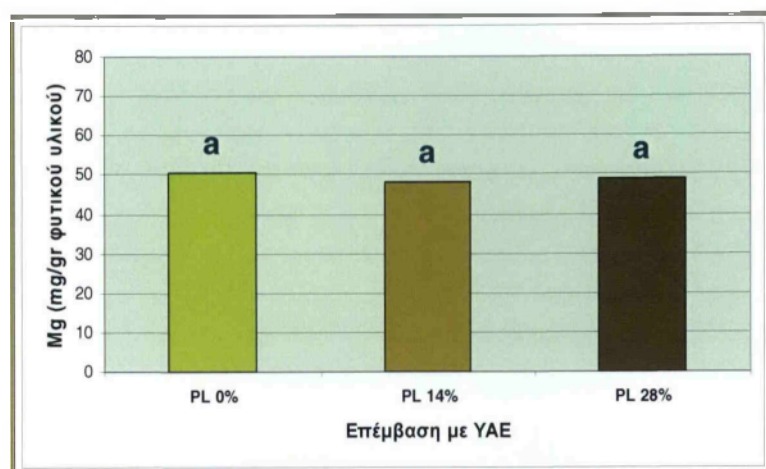


Διάγραμμα 50: Ολικό Κ σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/g φυτικού ιστού (n=5).

Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Κ στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια αύξηση η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

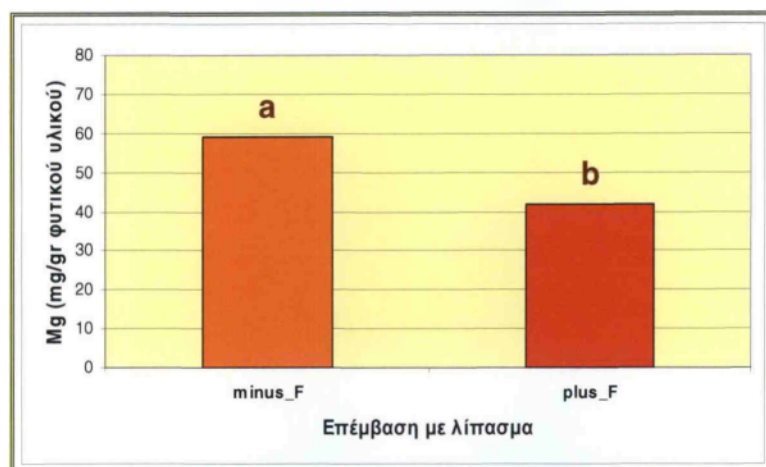
- **Ολικό Mg**

Στο πηλώδες έδαφος παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση της εφαρμογής ΥΑΕ με την εφαρμογή λίπανσης. Για τον λόγο αυτό η επίδραση τω ΥΑΕ αναλύεται χωριστά για κάθε επίπεδο λίπανσης:



Διάγραμμα 51: Ολικό Mg σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

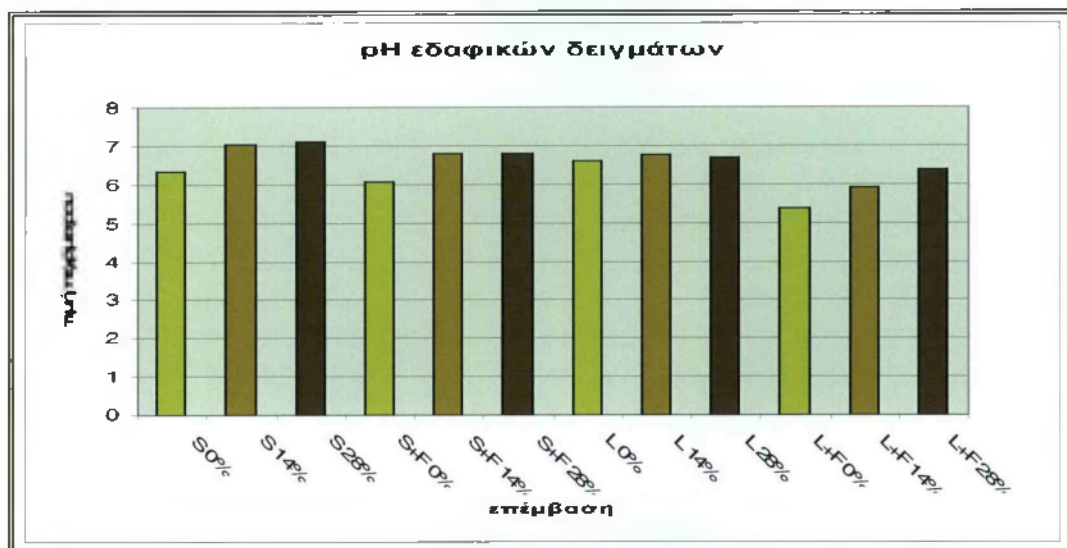
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Mg στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις τρεις συγκεντρώσεις ΥΑΕ, δεν παρατηρούμε ιδιαίτερη διαφοροποίηση.



Διάγραμμα 52: Ολικό Mg σε φυτικούς ιστούς φυτών πιπεριάς, στις δυο επεμβάσεις με λίπασμα, που αναπτύχθηκαν στο πηλώδες έδαφος, εκφρασμένα σε mg/gr φυτικού ιστού (n=5).

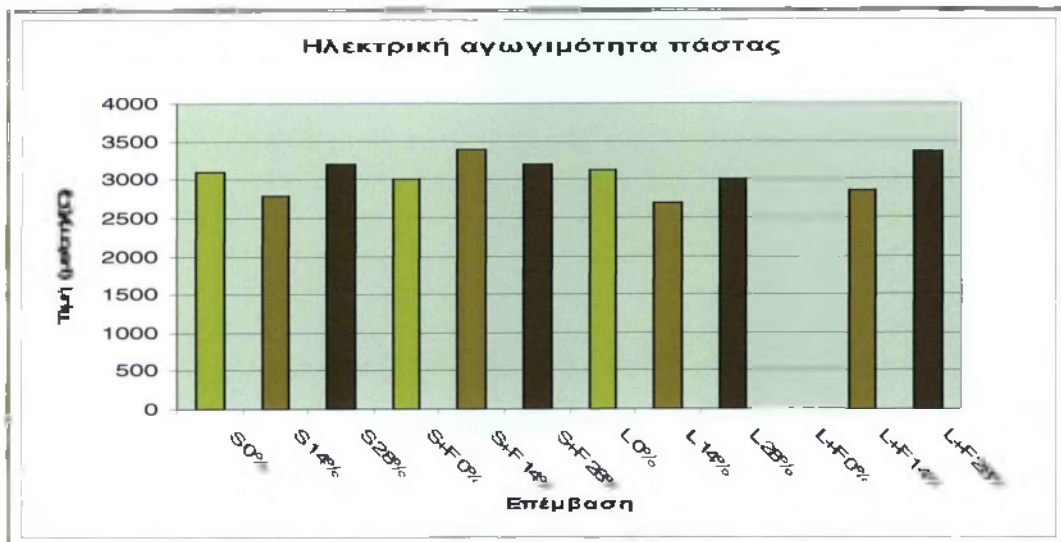
Στο παραπάνω διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η συγκέντρωση του Mg στα φυτικά δείγματα των φυτών πιπεριάς, στις δύο επεμβάσεις με λίπανση, παρατηρούμε στην επέμβαση με λίπανση μια τάση μείωσης η οποία σύμφωνα με το Duncan test είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

3. Αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων



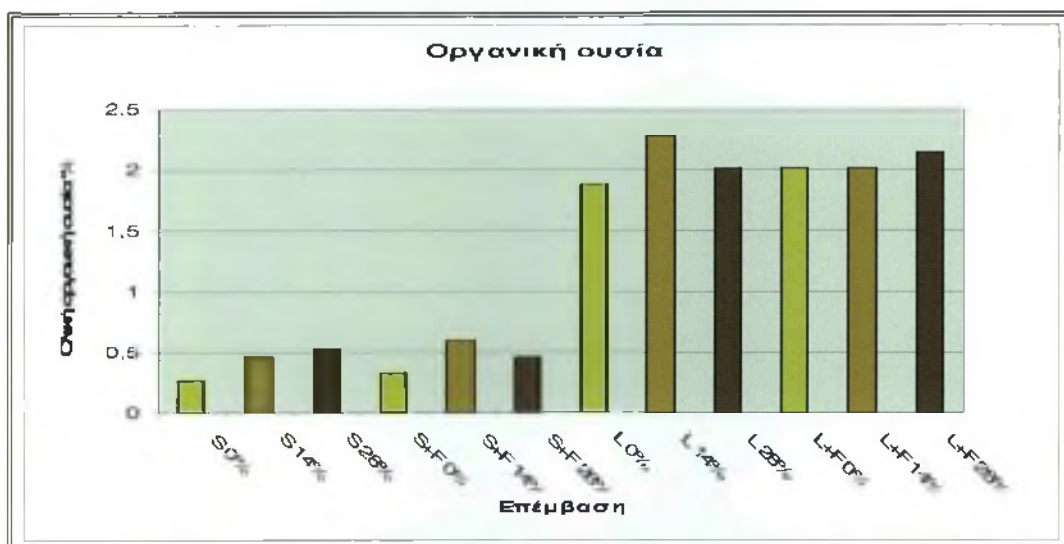
Διάγραμμα 53: Τιμές pH για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη

Στο διάγραμμα 13 παρουσιάζονται οι τιμές του pH για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη. Παρατηρούμε πως συγκριτικά με τις τιμές pH πριν την εφαρμογή των ΥΑΕ παρατηρείται μια συστηματική τάση αύξησης και για τα δύο εδάφη. Στα εδάφη με τις επεμβάσεις με ΥΑΕ βλέπουμε μια σταδιακή αύξηση του pH από τους μάρτυρες προς τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Το γεγονός αυτό μας δείχνει πως τα ΥΑΕ προκαλούν αύξηση του pH στα εδάφη παρά το ότι προσθέτουν οργανική ουσία. Αυτό πιθανά οφείλεται είτε στην προηγηθείσα ασβέστωση των ΥΑΕ, είτε στη μεγάλη περιεκτικότητά τους σε κάλιο.



Διάγραμμα 54: Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας πάστας για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε $\mu\text{S/cm}$.

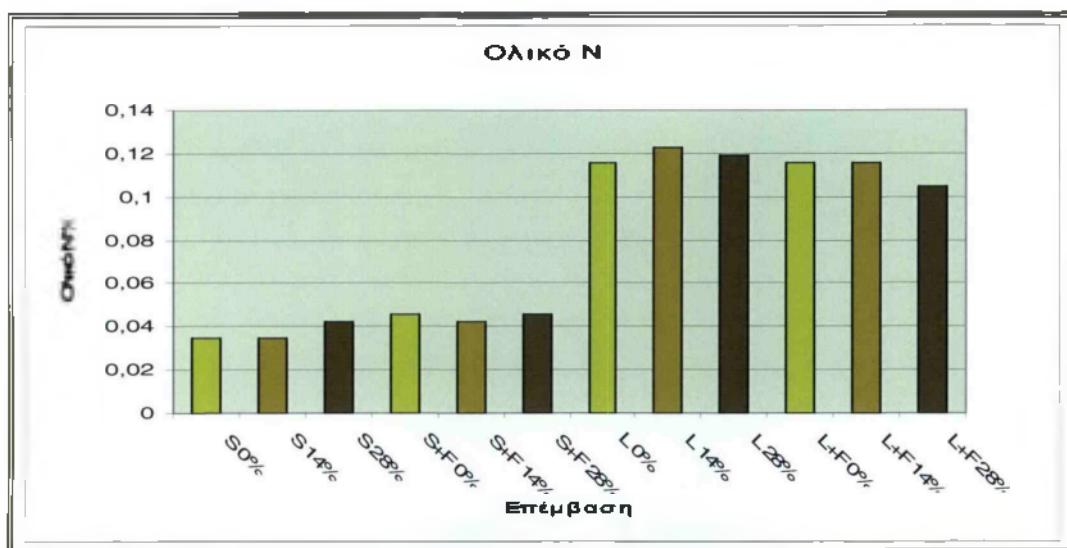
Στο διάγραμμα 14, που αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα, παρατηρούμε πως δεν σημειώνεται κάποια συστηματική διαφοροποίηση μεταξύ των επεμβάσεων και τα επίπεδα της διατηρούνται κάτω από $3500 \mu\text{S/cm}$, γεγονός πολύ θετικά για την εφαρμογή των ΥΑΕ καθώς αύξηση της αγωγιμότητας πέραν των $4000 \mu\text{S/cm}$ μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα τοξικότητας.



Διάγραμμα 55: Τιμές ολικής οργανικής ουσίας για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες ως ποσοστό επί τοις εκατό του ξηρού βάρους του εδάφους.

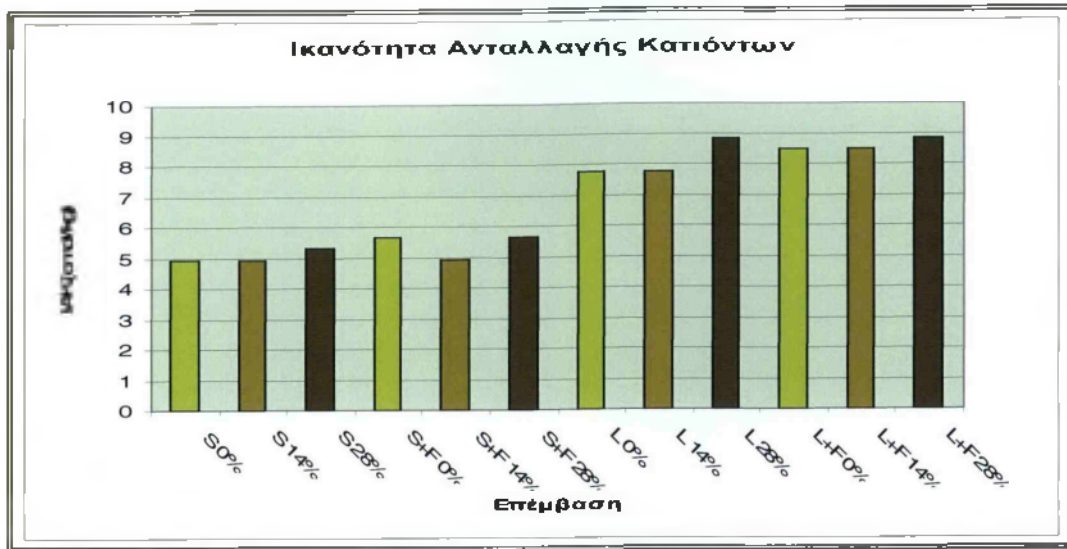
Στο διάγραμμα 15 που αφορά την οργανική ουσία, συγκριτικά με τις τιμές πριν την εφαρμογή των ΥΑΕ παρατηρούμε σχεδόν διπλασιασμό του ποσοστού της οργανικής ουσίας στο αμμώδες έδαφος, ενώ στο πηλώδες έδαφος δεν βλέπουμε να παρατηρείται αύξηση της οργανικής ουσίας. Η απουσία συστηματικής αύξησης της

οργανικής ουσίας στο πηλώδες έδαφος μετά την εφαρμογή των ΥΑΕ πιθανότατα οφείλεται στην ευαισθησία της μεθόδου εκτίμησης της οργανικής ουσίας (η αύξηση αναμένεται πολύ μικρή σε σύγκριση με την υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία του μάρτυρα στο πηλώδες έδαφος που είναι πλούσια σε οργανική ουσία) αλλά πιθανά και σε ταχεία αποδόμηση της οργανικής ουσίας στο πηλώδες έδαφος .



Διάγραμμα 56: Τιμές ολικού αζώτου για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε ποσοστό επί τοις εκατό του ξηρού βάρους του εδάφους.

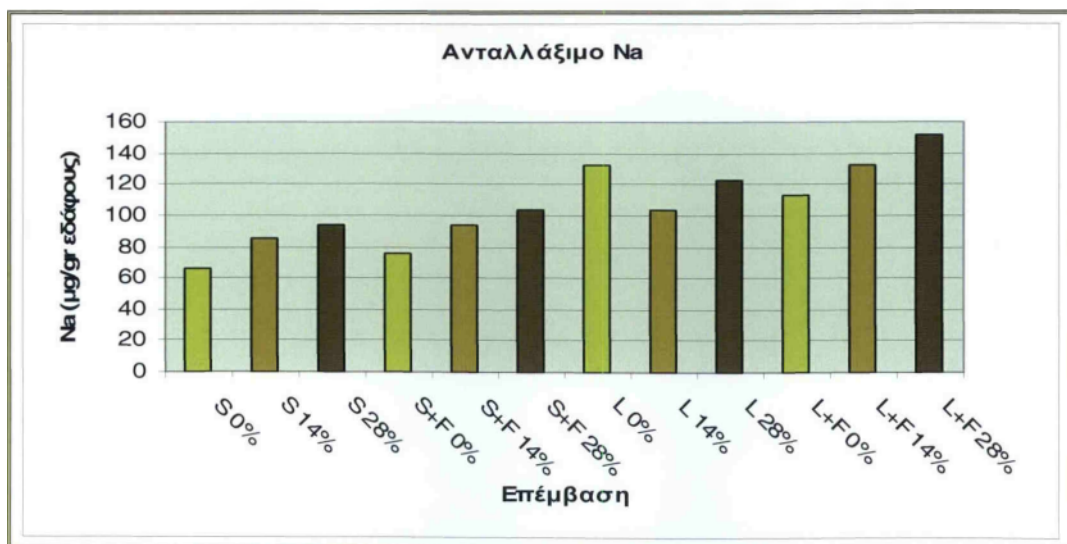
Το ολικό άζωτο των εδαφών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά από την προσθήκη ΥΑΕ (Διάγραμμα 16). Αυτό εξηγείται από την μικρή περιεκτικότητα των ΥΑΕ σε ολικό άζωτο. Η προσθήκη αζωτούχου λιπάσματος επίσης δεν διαφοροποίησε το ολικό άζωτο των εδαφών, προφανώς διότι η υπολειπόμενη ποσότητά του είναι πολύ μικρή συγκριτικά με το ολικό εδαφικό άζωτο, ακόμα και για το αμμώδες έδαφος.



Διάγραμμα 57: Τιμές Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε cmol/kg.

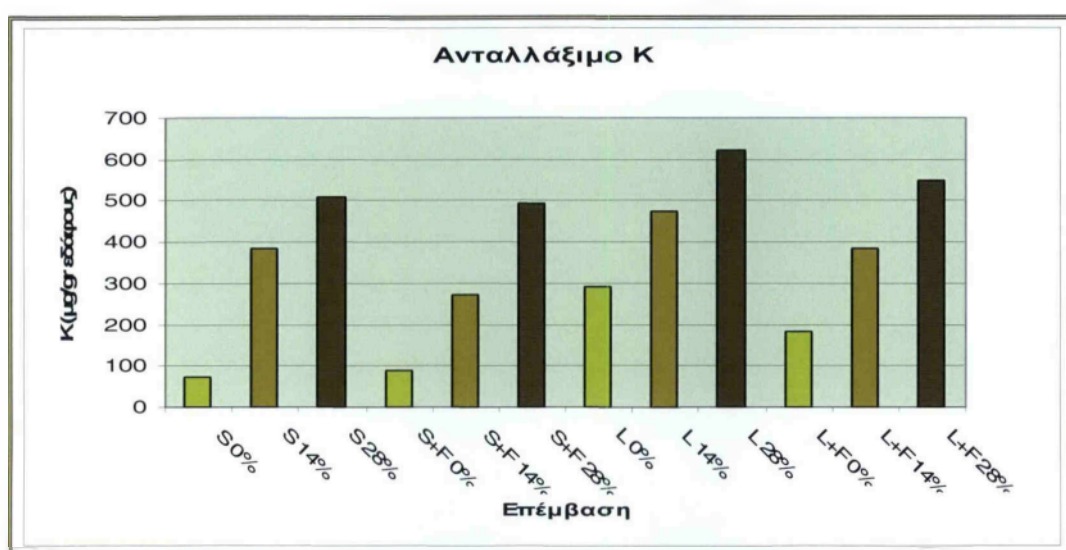
Στο διάγραμμα 17 που αφορά την Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων, παρατηρούμε οριακές μόνο μεταβολές με την εφαρμογή των ΥΑΕ. Στις τιμές Ι.Α.Κ. που αφορούν έδαφος με συγκέντρωση ΥΑΕ 28% σημειώνεται μια ελαφρά αύξηση, γεγονός που οφείλεται στο ότι τα ΥΑΕ είναι οργανικό υλικό πλούσιο σε πολυφαινολικές ενώσεις, που προφανώς αυξάνει εν καιρώ τις θέσεις ανταλλαγής στο οργανικό κολλοειδές του εδάφους, λόγω αποδόμησης-χουμοποίησης.

- Ανταλλάξιμα Na - K - Ca - Mg



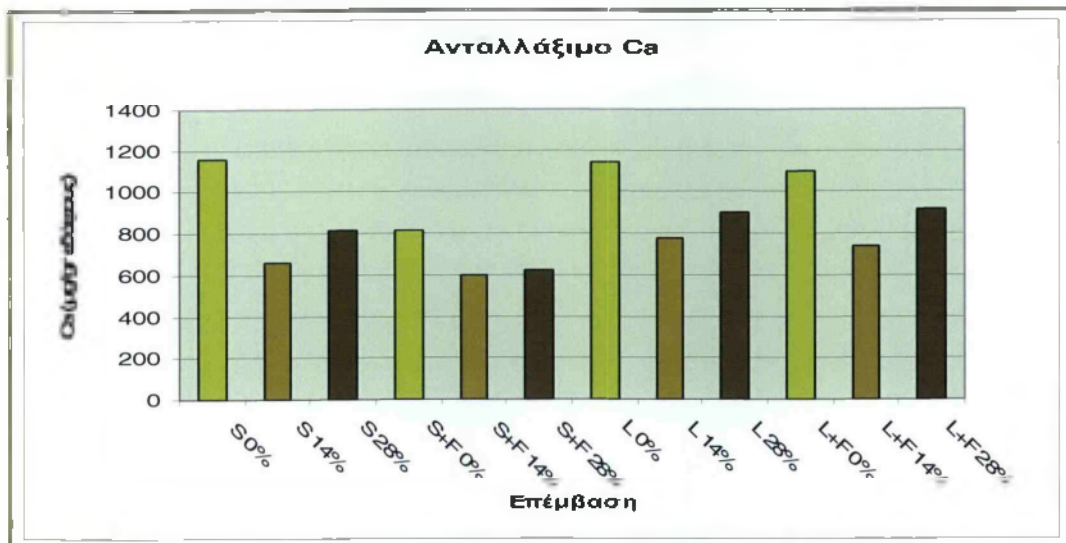
Διάγραμμα 58: Τιμές ανταλλάξιμου Na για τα δώδεκα διαφορετικά εδάφη, εκφρασμένες σε µg/gr εδάφους.

Στο Διάγραμμα 18 παρατηρείται μια συστηματική αύξηση του ανταλλάξιμου Na και στα δύο εδάφη με την προσθήκη ΥΑΕ. Η αύξηση αυτή που αποδίδεται στην προσθήκη ΥΑΕ και επηρεάζεται ελάχιστα από τη λίπανση οφείλεται πιθανότατα στην περιεκτικότητα των ΥΑΕ σε Na το οποίο καταλαμβάνει θέσεις ανταλλαγής μαζί με το K (βλ. διάγραμμα 19) εις βάρος του ανταλλάξιμου ασβεστίου (βλ. διάγραμμα 20).



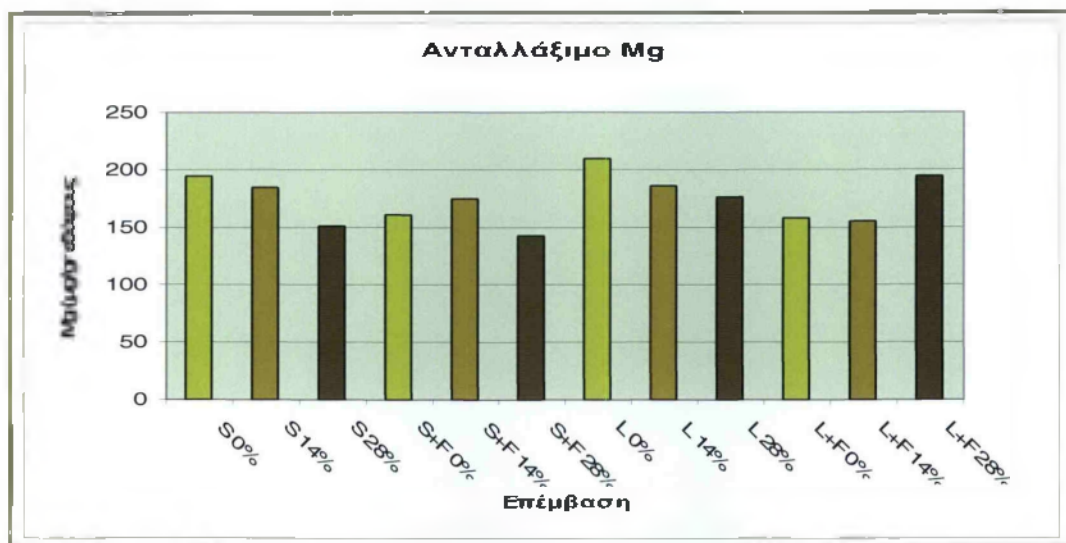
Διάγραμμα 59: Τιμές ανταλλάξιμου K για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε μg/g εδάφους.

Στο Διάγραμμα 19 παρατηρείται δραματική αύξηση του ανταλλάξιμου K και στα δύο εδάφη με την προσθήκη ΥΑΕ, που φθάνει σε υπερπενταπλασιασμό στο αμμώδες έδαφος και υπερδιπλασιασμό στο πηλώδες, για την δόση ΥΑΕ 28%. Η αύξηση αυτή αποδίδεται στην προσθήκη ΥΑΕ, οφείλεται πιθανότατα στην υψηλή περιεκτικότητα των ΥΑΕ σε K το οποίο καταλαμβάνει θέσεις ανταλλαγής εις βάρος του ανταλλάξιμου ασβεστίου (βλ. διάγραμμα 20).



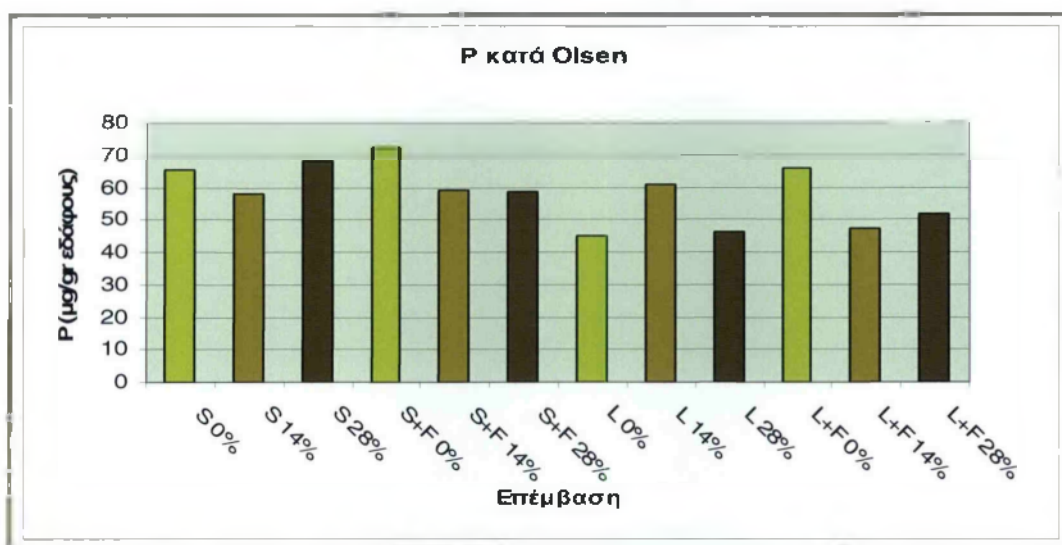
Διάγραμμα 60: Τιμές ανταλλάξιμου Ca για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε μg/gr εδάφους.

Το Διάγραμμα 20 παρουσιάζει τις μετρήσεις που αφορούν την συγκέντρωση ανταλλάξιμου Ca στα εδάφη. Αντίστροφα με τα διαγράμματα 18 και 19, παρατηρούμε μια υψηλότερη συγκέντρωση Ca στους μάρτυρες οι οποίοι δεν έχουν δεχτεί εφαρμογή ΥΑΕ σε σύγκριση με τις επεμβάσεις που δέχονται ΥΑΕ. Το γεγονός αυτό προφανώς παρατηρείται λόγω του ότι η προσθήκη των ΥΑΕ προσθέτει μεγάλες ποσότητες ανταλλάξιμου K και δευτερευόντως Na στο έδαφος, που ανταγωνίζονται την παραμονή Ca στις θέσεις ανταλλαγής των εδαφικών κolloειδών.



Διάγραμμα 61: Τιμές ανταλλάξιμου Mg για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε μg/gr εδάφους.

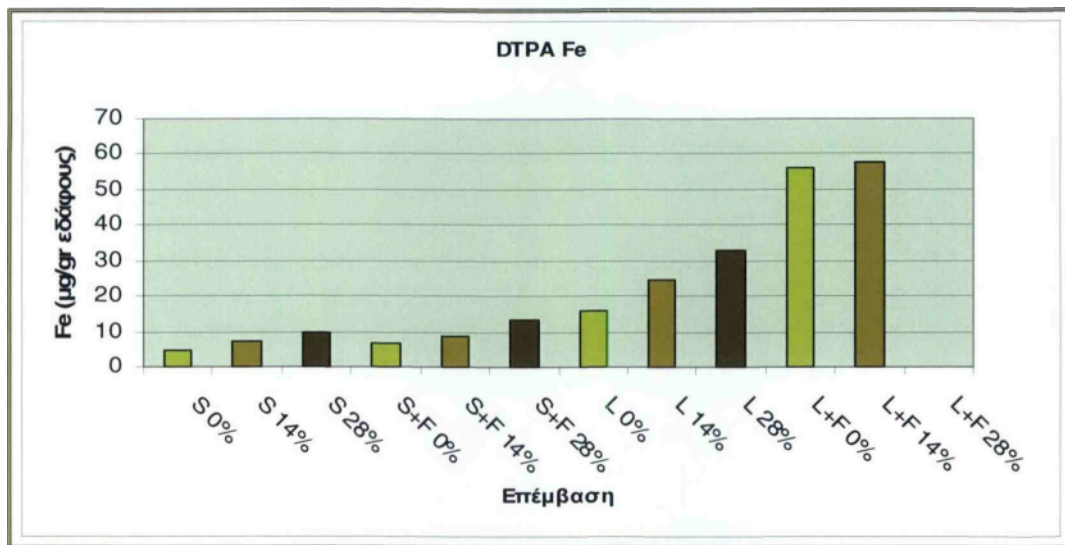
Παρόμοιες τάσεις με το Ca (μείωση με την προσθήκη ΥΑΕ) παρατηρούνται και για το ανταλλάξιμο Mg, στις επεμβάσεις χωρίς λίπανση, προφανώς για παρόμοιους λόγους (ανταγωνισμός με το προστιθέμενο με τα ΥΑΕ κάλιο για τις θέσεις ανταλλαγής των εδαφικών κolloειδών). Είναι όμως δύσκολο να εξηγηθεί γιατί παρόμοιες μειώσεις του ανταλλάξιμου Mg δεν είναι τόσο σαφείς και για τις επεμβάσεις με ΥΑΕ που δέχτηκαν ανόργανη λίπανση. Ίσως αυτό να οφείλεται σε έναν δεύτερο παράγοντα που αφορά αλληλεπιδράσεις του Mg με το φωσφορικό λίπασμα που προστέθηκε για σχηματισμό αδιάλυτων φωσφορικών αλάτων.



Διάγραμμα 62: Τιμές P για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, που μετρήθηκαν με τη μέθοδο Olsen, εκφρασμένες σε µg/gr εδάφους.

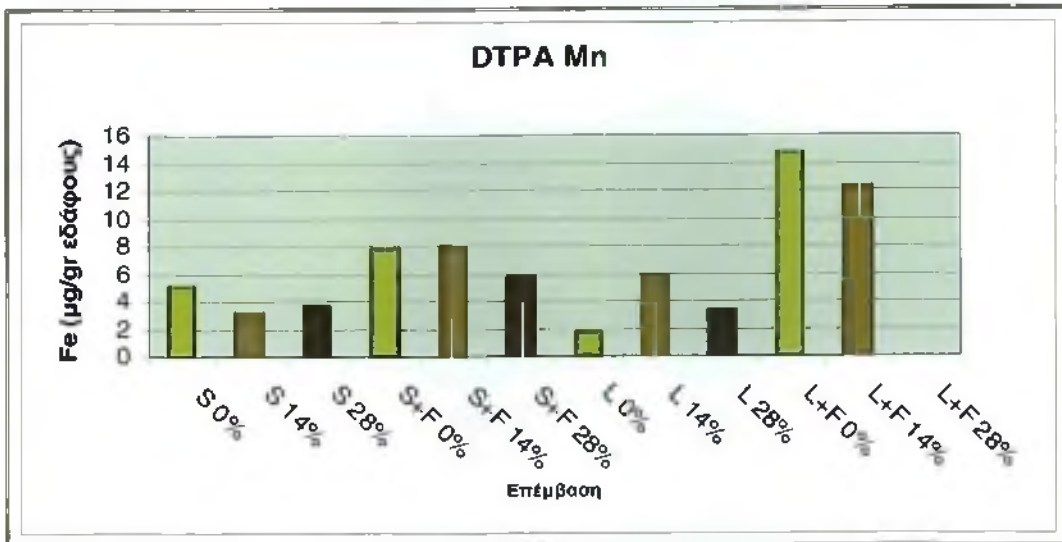
Στο διάγραμμα 22 που αφορά τον διαθέσιμο φώσφορο, παρατηρούμε μια αύξηση της συγκέντρωσης του, σε όλες τις επεμβάσεις σε σχέση με τις μετρήσεις πριν την έναρξη του πειράματος. Οι τιμές καταδεικνύουν πως υπάρχει επαρκής διαθεσιμότητα φωσφόρου σε όλες τις επεμβάσεις, οπότε ο φώσφορος δεν επηρέασε την ανάπτυξη των φυτών. Οι τιμές του φώσφορου στηρίζονται στην φωσφορική λίπανση που εφαρμόστηκε πριν την έναρξη αλλά και κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αλλά δεν επηρεάστηκαν συστηματικά από το γεγονός ότι τα ΥΑΕ έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε P.

- DTPA Fe – Mg – Cu – Zn



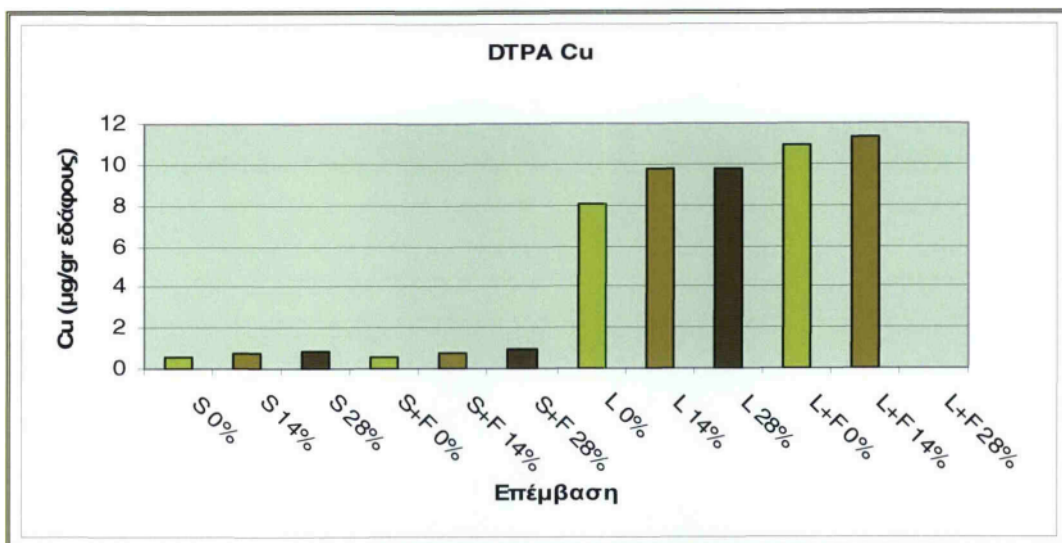
Διάγραμμα 63: Τιμές DTPA-Fe για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε mg/gr εδάφους.

Στο Διάγραμμα 23 παρατηρείται αύξηση του ανταλλάξιμου DTPA-Fe και στα δύο εδάφη με την προσθήκη ΥΑΕ, που φθάνει σε υπερδιπλασιασμό για την δόση ΥΑΕ 28% (με εξαίρεση το πηλώδες έδαφος που είχε λιπανθεί και παρουσίασε ιδιαίτερα αυξημένη διαθεσιμότητα Fe σε όλες τις μεταχειρίσεις). Η αύξηση αυτή αποδίδεται στην προσθήκη ΥΑΕ, και οφείλεται πιθανότατα στην περιεκτικότητα των ΥΑΕ σε Fe αλλά και σε οργανική ουσία που πιθανά βοηθά στη συγκράτηση του Fe σε χηλικές ενώσεις. Η αύξηση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για το αμμώδες έδαφος που παρουσιάζει σχετική τροφопενία σε σίδηρο.



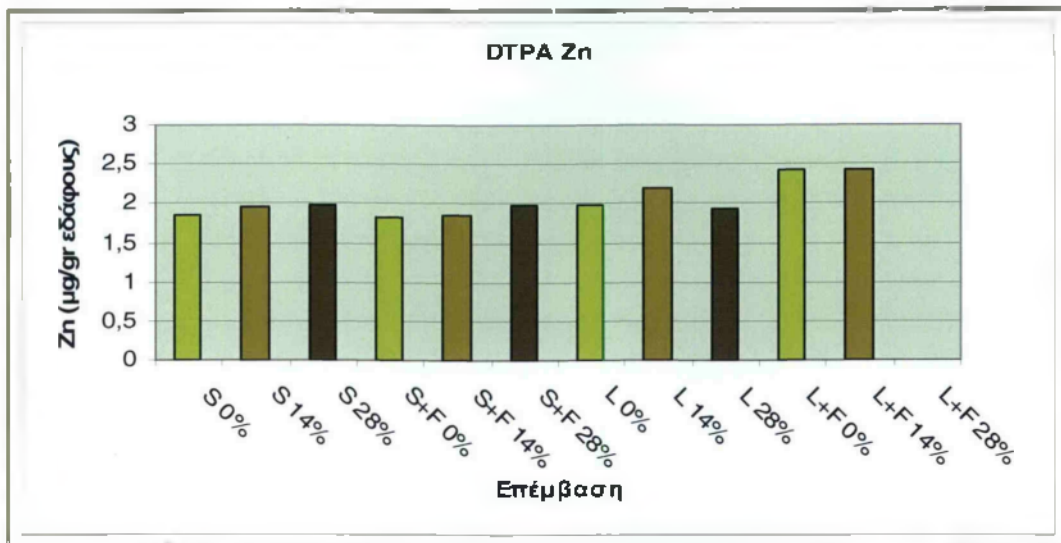
Διάγραμμα 64: Τιμές DTPA-Mn για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε µg/gr εδάφους.

Η διαθεσιμότητα DTPA-Mn παρουσιάζεται στο διάγραμμα 24 και επιδεικνύει μία μη συστηματική τάση μείωσης, ιδιαίτερα στη μεγάλη δόση YAE.



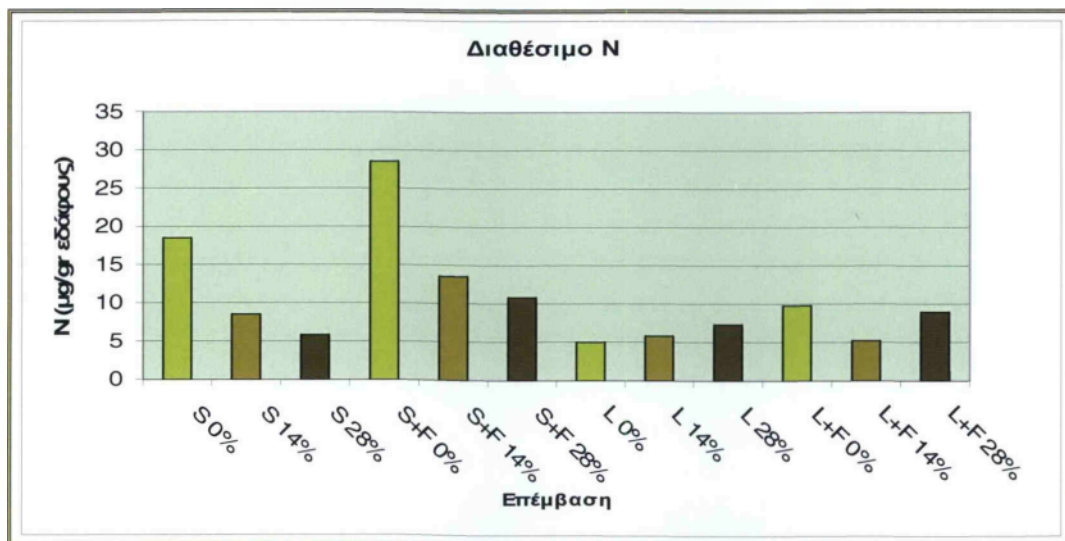
Διάγραμμα 65: Τιμές DTPA-Cu για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε µg/gr εδάφους.

Ο διαθέσιμος χαλκός (Διάγραμμα 25) είναι βρίσκεται σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στο πηλώδες σε σύγκριση με το αμμώδες έδαφος το οποίο παρουσιάζει σχετική τροφopenία. Παρουσιάζει μία τάση συστηματική αύξησης με την προσθήκη YAE που πιθανότατα οφείλεται στην περιεκτικότητα του υδατικού εκχυλίσματος του συνθλιμένου ελαιόκαρπου σε Cu (ιδιαίτερα αν χρησιμοποιούνται χαλκούχα σκευάσματα για την φυτοπροστασία των ελαιόδεντρων) αλλά και σε τυχόν επιρρύπανση από τις εγκαταστάσεις και σωληνώσεις επεξεργασίας.



Διάγραμμα 66: Τιμές DTPA-Zn για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, εκφρασμένες σε µg/gr εδάφους.

Στο Διάγραμμα 26 παρατηρείται σε αντίθεση με το Cu παρόμοια συγκέντρωση διαθέσιμου Zn και στα δύο εδάφη. Στο αμμώδες έδαφος παρατηρείται μια ελαφρά αλλά συστηματική αύξηση του διαθέσιμου Zn με την προσθήκη ΥΑΕ.



Διάγραμμα 67: Τιμές διαθέσιμου N για τις έξι εφαρμογές στα δύο εδάφη, που μετρήθηκαν με τη μέθοδο της αναεροβικής επώασης, εκφρασμένες σε µg/gr εδάφους.

Στο αμμώδες έδαφος το διαθέσιμο άζωτο επιδεικνύει σαφή τάση μείωσης μετά την προσθήκη ΥΑΕ, ενώ στο πηλώδες το διαθέσιμο άζωτο παρουσιάζει μικρές τιμές και μη συστηματικές τάσεις.



Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπεράσματα:

- Τα φυτά που αναπτύχθηκαν απουσία εξωτερικής πηγής αζώτου ήταν ατροφικά σε όλες τις περιπτώσεις. Η προσθήκη αζωτούχου και φωσφορικής λίπανσης επέφερε δραματική βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών μαρουλιού και πιπεριάς και στα δύο εδάφη γεγονός που επιβεβαιώνει την έλλειψη άμεσα διαθέσιμων μορφών αζώτου στα ΥΑΕ για τα φυτά. Ο συνδυασμός αζωτούχου και φωσφορικής λίπανσης με μεγάλες δόσεις ΥΑΕ απαιτεί όμως προσοχή στα πολύ αμμώδη εδάφη.
- Η εφαρμογή ΥΑΕ δημιούργησε πρόβλημα αζωτούχου θρέψης, πιθανότατα επειδή αύξησε τη μικροβιακή δραστηριότητα και την ακινητοποίηση αζώτου στη μικροβιακή βιομάζα, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα N για τα φυτά. Επέφερε μείωση της συγκέντρωσης αζώτου στους ιστούς στις επεμβάσεις χωρίς αζωτούχο λίπανση, ιδιαίτερα όταν αυτά αναπτύχθηκαν στο αμμώδες έδαφος, που παρουσιάζει και τη μικρότερη διαθεσιμότητα στο στοιχείο αυτό. Η λίπανση με άζωτο απεκατέστησε την συγκέντρωση αζώτου σε κανονικά επίπεδα στα φυτά.
- Η εφαρμογή ΥΑΕ αύξησε την συγκέντρωση Φωσφόρου, Σιδήρου και Χαλκού στο πηλώδες έδαφος. Η έλλειψη συστηματικών παρατηρήσεων στο αμμώδες έδαφος πιθανώς οφείλεται στα προβλήματα ανάπτυξης των φυτών στο έδαφος αυτό.
- Παρουσία αζωτούχου λίπανσης στο αμμώδες έδαφος, τόσο τα φυτά μαρουλιού όσο και τα φυτά πιπεριάς παρουσίασαν μεγαλύτερη διακύμανση (αστάθεια) στην ανάπτυξή τους.
- Στα εδάφη η εφαρμογή ΥΑΕ δεν οδήγησε σε σημαντική αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας η οποία παρέμεινε $< 3500 \mu\text{S}/\text{cm}$, ενώ η οργανική ουσία διπλασιάστηκε στο αμμώδες έδαφος και η I.A.K. έτεινε να αυξηθεί.
- Η εδαφική διαθεσιμότητα του Na και K αυξήθηκε συστηματικά με τα ΥΑΕ, ενώ αντίθετα μειώθηκε η διαθεσιμότητα Ca και Mg. Τάσεις αυξημένης διαθεσιμότητας παρουσίασαν και τα Fe και Cu.



ΣΤ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Balice, V. and Cera, O. (1984). Acidic phenolic fraction of the olive vegetation water determined by a gas chromatographic method. *Grasas Aceites*, 35:178.
- Balis, C. (1989). The dynamics of the aerobic valorization of the of olive oil mills wastewaters. In: *Management of olive mill wastes, proceedings of Schientific Conference, Iraklion, Crete, March 1989 Geotechnical Chamber of Greece.*
- Bonari, E., (1992). The waste waters from olive oil extraction: their influence on the germinative characteristics of some cultivated and weed spieces. *Agr. Met.*, 123:273-280.
- Catalano, M., Gomes, T. and De Leonardis, T. (1985). Smaltimento delle acque di vegetazione dei frantoi oleari. Quali alternative alla depurazione. *Inquinamento*, 27 (2):87-90.
- De Felice, M. and Catalano, M. (1998). Smaltimento delle acque vegetazione sui terreni agrari. *Atti della Tavola Rotonda su "Acque reflue dei frantoi oleari"*, Spoleto.
- Della Monica N., Potenz, D., Righetti, E. and Volpicella M. (1978). Effeto inquinante delle acque reflue della lavorazione delle olive sul terreno agrario. *Note l. inquinamento* 20, 81-87.
- Ehaliotis, C., Zervakis, G. and Karavitis, P. (2005). Residues and by-products of olive oil mills for root-zone heating and plant nutrition in organic vegetable production.

- Fiestas Ros de Urcinos et coll. (1981). Differentes utilisations des margines: recherches en cours, resultants obtenus et applications. In: Seminaire Int. sur la Valorisation des Sous-produits de l'Olivier, Monastir, 93.
- Levi-Minzi, R., Saviozzi, A., Riffaldi, R, and Falzo, L., (1992). Land application of vegetable water: Effects on soil properties. *Olivae*, No 40.
- Mendia, L., Carbone, P. and Mendia, M. (1986). Treatment of olive oil wastewaters. *Wat. Sci. Tech.* Vol 18. Split, 125-136.
- Moreno, E., (1990). Antibacterial activity of wastewaters from olive oil mills. In: *Hazardous waste contaminants and treatment Vol. II*, P N C Heremissinoff (Editor), 731-755 pp.
- Pagliai, M. (1996). Effete della somministrazione di acque reflue di frantoi oleari sulle carratteristiche fisiche del suolo. Seminario internazionale sutura dei sottoprodotti dell'industria olearia. Lecce, 8-9 marzo.
- Paredes, C., Roig, A., Bernal M.P., and Cegarra, J. (2000). Evolution of organic matter and nitrogen during co-composting of olive mill wastewater with solid organic wastes. *Boil. Fertil. Soils*, 32:222-227.
- Paredes, M.J., Moreno, E., Ramoss-Cormenzana, A. and Martinez, J. (1987). Characteristics of soil after pollution with wastewaters from olive oil extraction olants. *Chromosphere*, 16 (7): 1557-1564.
- Perez, J.D., Galardo Lara, F. and Esteban, E. (1980). *Cuad.Cienc.Biol.* 6-7, 59.
- Potenz, D., Righetti, E., Vellettieri, A. and Girardi, A.,(1980). Evolutione della fitotossicita in un terreno trattato con acque reflue di frantoi oleari. *Inquinamento*, 27 (4):49-54, 27 (5):49-55.

- Sainz-Jimenez, C. and Gomez Alarcon, G. (1986). Effects of vegetation water on fungal microflora. In: International Symposium on Olive By-Products Valorization, Sevilla, 61-76.
- Tamburino, V. and Zimbone, S.M. and Quatronne, P., (1999). Storage and land application of olive oil wastewater. *Olivae*, No 76.
- Tomati, U. and Galli, E. (1992). The fertilizing value of wastewater from olive oil processing industry in: *Humus, its structure and role in agriculture and environment*, J.Kubat (editor), 117-126pp.
- Torres Martin, M., Zamora Alonso, M.A. and Esteban Velasco, E. (1980). Aspectos a considerar en el empleo del 'alpechin' como fertilizante. II. Ensayos en macetas. *An. Edaph. & Agrob.*, 39:1379.
- Wilson, G.B., Parr, J.F., Taylor, J.M. and Sikora L.J. (1982). *Biocycle*, 23, 37.
- Zervakis, G. and Balis, C. (1996). Bioremediation of olive oil mill wastes through the production of fungal biomass. *Proceedings of the 2nd International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, Royse, D. (editor), PennState, Pennsylvania, 331-323pp.
- Zervakis, G., Yatras, P. and Balis, C. (1997). Edible mushrooms from olive mill wastes. *Biodeter. Biodegrad.*, 38:237-243.
- Γεωργακάκης Δ. (1998). Επεξεργασία και Διάθεση Αποβλήτων Γεωργοκτηνοτροφικών Μονάδων και Γεωργικών Βιομηχανιών. Εκδόσεις Γ.Π.Α.
- Κυριτσάκης Α. (1996). Το ελαιόλαδο. Παραλαβή, Ιδιότητες, Ποιοτικές Κατηγορίες. *Γεωργία & Κτηνοτροφία*, (5):136-142.
- Κυριτσάκης, Α. (1988). Το ελαιόλαδο. Θεσσαλονίκη.

- Μιχελάκης και Κουτσαυτάκης. (1989). Παραπροϊόντα της βιομηχανίας ελαιόλαδου.
- Μπαλατσούρας, Γ., (1997). Σύγχρονη ελαιοκομία. Τόμος δεύτερος. Το ελαιόλαδο.
- Οιχαλιώτης, Κ. (2002). Παραδόσεις στο μάθημα: Εφαρμοσμένη Βιολογία Εδαφικού Περιβάλλοντος. Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής του Γ.Π.Α.
- Οιχαλιώτης, Κ. και Ζερβάκης Γ. (2001). Η διαχείριση των «αποβλήτων» των ελαιουργείων – η φύση του προβλήματος και η λύση της φερτάρδευσης.
- Οιχαλιώτης, Κ. και Ζερβάκης Γ. (1999). Επεξεργασία των παραπροϊόντων των ελαιουργείων.
- Ποντίκης, Κ., (2000). Ειδική δενδροκομία. Τόπος τρίτος, Ελαιοκομία. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Χριστοδούλου, Χ., (2002). Επίδραση της προσθήκης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου στο έδαφος στην ανάπτυξη και την παραγωγή βαμβακιού. Μεταπτυχιακή μελέτη του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής του Γ.Π.Α.



Ζ. ΠΙΝΑΚΕΣ

Αναλύσεις εδάφους

pH	
Επέμβαση	Τιμή πεχάμετρου
S 0%	6,32
S 14%	7,03
S 28%	7,1
S+F 0%	6,06
S+F 14%	6,82
S+F 28%	6,81
L 0%	6,6
L 14%	6,75
L 28%	6,68
L+F 0%	5,39
L+F 14%	5,92
L+F 28%	6,39

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	
Επέμβαση	Τιμή
S 0%	3100
S 14%	2800
S 28%	3204
S+F 0%	3000
S+F 14%	3400
S+F 28%	3200
L 0%	3120
L 14%	2700

L 28%	3000
L+F 0%	4300
L+F 14%	2850
L+F 28%	3350

Οργανική ουσία

Επέμβαση	ml Fe ⁺⁺	Ολική οργανική ουσία %
S 0%	19,1	0,268
S 14%	18,8	0,469
S 28%	18,7	0,536
S+F 0%	19	0,335
S+F 14%	18,6	0,603
S+F 28%	18,8	0,469
L 0%	16,7	1,876
L 14%	16,1	2,278
L 28%	16,5	2,01
L+F 0%	16,5	2,01
L+F 14%	16,5	2,01
L+F 28%	16,3	2,144

Ολικό N

Επέμβαση	Κατανάλωση HCl	N %
S 0%	1,2	0,035
S 14%	1,2	0,035
S 28%	1,4	0,042
S+F 0%	1,5	0,0455
S+F 14%	1,4	0,042
S+F 28%	1,5	0,0455
L 0%	3,5	0,1155
L 14%	3,7	0,1225
L 28%	3,6	0,119

L+F 0%	3,5	0,1155
L+F 14%	3,5	0,1155
L+F 28%	3,2	0,105

I.A.K.			
Επέμβαση	Τιμή	ppm Na	I.A.K. (cmol+ / Kg soil)
S 0%	14	11,3708	4,943826087
S 14%	14	11,3708	4,943826087
S 28%	15	12,183	5,296956522
S+F 0%	16	12,9952	5,650086957
S+F 14%	14	11,3708	4,943826087
S+F 28%	16	12,9952	5,650086957
L 0%	22	17,8684	7,768869565
L 14%	22	17,8684	7,768869565
L 28%	25	20,305	8,82826087
L+F 0%	24	19,4928	8,475130435
L+F 14%	24	19,4928	8,475130435
L+F 28%	25	20,305	8,82826087

Ανταλλάξιμα Na-K-Ca-Mg			
Na			
Επέμβαση	Ένδειξη	ppm Na	mg/gr
S 0%	7	33,0505	661,01
S 14%	9	42,4935	849,87
S 28%	10	47,215	944,3
S+F 0%	8	37,772	755,44
S+F 14%	10	47,215	944,3
S+F 28%	11	51,9365	1038,73
L 0%	14	66,101	1322,02
L 14%	11	51,9365	1038,73
L 28%	13	61,3795	1227,59

L+F 0%	12	56,658	1133,16
L+F 14%	14	66,101	1322,02
L+F 28%	16	75,544	1510,88
K			
Επέμβαση	Ενδειξη	ppm K	mg/gr
S 0%	4	3,6492	72,984
S 14%	21	19,1583	383,166
S 28%	28	25,5444	510,888
S+F 0%	5	4,5615	91,23
S+F 14%	15	13,6845	273,69
S+F 28%	27	24,6321	492,642
L 0%	16	14,5968	291,936
L 14%	26	23,7198	474,396
L 28%	34	31,0182	620,364
L+F 0%	10	9,123	182,46
L+F 14%	21	19,1583	383,166
L+F 28%	30	27,369	547,38
Ca			
Επέμβαση	Conc	mg/ gr	
S 0%	0,58	1160	
S 14%	0,33	660	
S 28%	0,41	820	
S+F 0%	0,41	820	
S+F 14%	0,3	600	
S+F 28%	0,31	620	
L 0%	0,57	1140	
L 14%	0,39	780	
L 28%	0,45	900	
L+F 0%	0,55	1100	
L+F 14%	0,37	740	
L+F 28%	0,46	920	
Mg			
Επέμβαση	Conc	mg/gr	

S 0%	0,974	194,8
S 14%	0,922	184,4
S 28%	0,754	150,8
S+F 0%	0,806	161,2
S+F 14%	0,874	174,8
S+F 28%	0,716	143,2
L 0%	1,05	210
L 14%	0,929	185,8
L 28%	0,883	176,6
L+F 0%	0,791	158,2
L+F 14%	0,775	155
L+F 28%	0,97	194

P κατά Olsen			
Επέμβαση	Ένδειξη	ppm	mg/gr
S 0%	47,2	65,31959	653,1959
S 14%	53,3	57,7732	577,732
S 28%	44,7	68,41237	684,1237
S+F 0%	41,6	72,24742	722,4742
S+F 14%	52	59,38144	593,8144
S+F 28%	52,6	58,63918	586,3918
L 0%	63,5	45,15464	451,5464
L 14%	50,8	60,86598	608,6598
L 28%	62,6	46,26804	462,6804
L+F 0%	46,5	66,18557	661,8557
L+F 14%	61,7	47,38144	473,8144
L+F 28%	58	51,95876	519,5876
μάρτυρας	100		

DTPA Fe-Mg-Cu-Zn		
Fe		
Επέμβαση	Conc	mg/gr
S 0%	0,921	4,605
S 14%	1,4	7
S 28%	2,002	10,01
S+F 0%	1,368	6,84
S+F 14%	1,771	8,855
S+F 28%	2,725	13,625
L 0%	3,209	16,045
L 14%	4,895	24,475
L 28%	0,658	32,9
L+F 0%	1,121	56,05
L+F 14%	1,148	57,4
L+F 28%	0,68	34
Mg		
Επέμβαση	Conc	mg/gr
S 0%	1,02	5,1
S 14%	0,634	3,17
S 28%	0,74	3,7
S+F 0%	1,564	7,82
S+F 14%	1,61	8,05
S+F 28%	1,157	5,785
L 0%	0,362	1,81
L 14%	1,186	5,93
L 28%	0,677	3,385
L+F 0%	2,95	14,75
L+F 14%	2,47	12,35
L+F 28%	0,601	3,005
Cu		
Επέμβαση	Conc	mg/gr
S 0%	0,112	0,56

S 14%	0,153	0,765
S 28%	0,176	0,88
S+F 0%	0,109	0,545
S+F 14%	0,145	0,725
S+F 28%	0,198	0,99
L 0%	1,62	8,1
L 14%	1,949	9,745
L 28%	1,956	9,78
L+F 0%	2,183	10,915
L+F 14%	2,261	11,305
L+F 28%	1,79	8,95
Zn		
Επέμβαση	Conc	mg/gr
S 0%	0,372	1,86
S 14%	0,391	1,955
S 28%	0,398	1,99
S+F 0%	0,364	1,82
S+F 14%	0,369	1,845
S+F 28%	0,394	1,97
L 0%	0,398	1,99
L 14%	0,44	2,2
L 28%	0,386	1,93
L+F 0%	0,483	2,415
L+F 14%	0,484	2,42
L+F 28%	0,492	2,46

Διαθέσιμο N αναεροβικής επώασης

	T0	T7	μgNH4/g soil	μgNH4/g soil	
	ένδειξη	ένδειξη			
Επέμβαση	1	2			
S 0%	91,8	74,5	2,477632485	21,0770819	18,59944942
S 14%	81,9	82,2	5,884377151	14,45285616	8,568479009
S 28%	80,7	85	6,297315898	12,0440468	5,746730902
S+F 0%	84,8	60,1	4,886441844	33,46524432	28,57880248
S+F 14%	83,3	76,9	5,402615279	19,01238816	13,60977288
S+F 28%	80,9	79,1	6,228492774	17,11975224	10,89125946
L 0%	77	84,4	7,570543703	12,56022023	4,989676531
L 14%	61,8	77,4	12,80110117	18,58224363	5,781142464
L 28%	69,9	79	10,01376462	17,20578114	7,192016518
L+F 0%	82,5	80,9	5,677907777	15,57123193	9,893324157
L+F 14%	64,7	79,2	11,80316586	17,03372333	5,230557467
L+F 28%	73,1	78,2	8,912594632	17,89401239	8,981417756
M1		99	98,9		
M2			98,4		

Αναλύσεις φυτικού υλικού

Ολικό N σε φυτικά δείγματα πιπεριάς (N%)

replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F 28%
1	0,966	0,686	0,63	2,38	0,924	
2	0,924	0,868		2,114	1,106	
3	0,994			2,212		
4	0,966			1,624	1,316	1,078
5	0,98	0,49	0,67	1,078	1,274	1,218
Average	0,966	0,681333	0,65	1,8816	1,155	1,148
St.Deviation	0,026192	0,189043	0,028284	0,530025	0,17874	0,098995
SEM	0,011713	0,109144	0,02	0,237035	0,08937	0,07
1/2 SEM	0,005857	0,054572	0,01	0,118517	0,044685	0,035
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F 28%
1	1,148	0,77		1,092	1,19	0,924
2	0,882	0,574	0,574	1,386	0,952	1,036

3	0,98	0,826		1,162	1,162	1,386
4	0,812	0,994		1,274	1,092	1,064
5	0,878	0,798	0,686	1,372	1,302	1,078
Average	0,94	0,7924	0,63	1,2572	1,1396	1,0976
St.Deviation	0,13082	0,150003	0,079196	0,128846	0,129301	0,172206
SEM	0,058505	0,067083	0,056	0,057622	0,057825	0,077013
1/2 SEM	0,029252	0,033542	0,028	0,028811	0,028913	0,038506

Ολικό P-K-Ca-Mg-Na-Fe-Mn-Cu-Zn						
Na						
replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F 28%
1	75,684	86,496	21,624	34,238	90,1	
2	66,674	64,872		32,436	66,674	
3	57,664			36,04		
4	61,268			48,654	55,862	59,466
5	100,912	82,892	23,145	61,268	55,862	90,1
Average	72,4404	78,08667	22,3845	42,5272	67,1245	74,783
St Deviation	17,30295	11,58524	1,075509	12,26155	16,14274	21,66151
SEM	7,738116	6,688741	0,7605	5,483531	8,071371	15,317
1/2 SEM	3,869058	3,34437	0,38025	2,741765	4,035686	7,6585
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F 28%
1	73,882	23,426		43,248	48,654	48,654
2	23,426	27,03	36,04	46,852	50,456	70,278
3	55,862	19,822		48,654	63,07	66,674
4	55,862	91,902		45,05	55,862	57,664
5	99,11	34,238	41,446	45,05	61,268	48,654
Average	61,6284	39,2836	38,743	45,7708	55,862	58,3848
St Deviation	27,75314	29,89365	3,822619	2,054596	6,371032	10,00069
SEM	12,41158	13,36885	2,703	0,918843	2,849212	4,472446
1/2 SEM	6,205791	6,684424	1,3515	0,459422	1,424606	2,236223
K						

replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F28%
1	64,824	70,08	61,32	26,28	66,576	
2	61,32	64,024		26,32	73,584	
3	63,072			21,024		
4	68,328			33,288	63,072	85,848
5	63,072	70,08	68,156	21,065	70,08	63,072
Average	64,1232	68,06133	64,738	25,5954	68,328	74,46
St Deviation	2,65704	3,496433	4,833782	5,039644	4,523645	16,10506
SEM	1,188264	2,018667	3,418	2,253797	2,261822	11,388
1/2 SEM	0,594132	1,009333	1,709	1,126899	1,130911	5,694
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F28%
1	59,568	52,56		57,816	70,08	59,568
2	50,808	54,312	54,312	63,072	64,824	71,832
3	54,312	50,808		71,832	70,08	89,352
4	47,304	63,072		59,568	68,328	68,328
5	73,584	61,32	42,124	59,87	92,856	70,08
Average	57,1152	56,4144	48,218	62,4316	73,2336	71,832
St Deviation	10,2608	5,456573	8,618217	5,586667	11,17716	10,87087
SEM	4,588769	2,440254	6,094	2,498433	4,998576	4,861603
1/2 SEM	2,294384	1,220127	3,047	1,249217	2,499288	2,430801
P						
	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F28%
1	135,39	80,41	63,917	150,515	51,54	
2	146,391	127,83		155,326	82,47	
3	149,14			147,76		
4	151,202			137,45	93,47	72,85
5	134,02	131,27	64,58	85,223	93,47	58,65
Average	143,2286	113,17	64,2485	135,2548	80,2375	65,75
St Deviation	7,980641	28,42308	0,468812	28,72328	19,82195	10,04092
SEM	3,569051	16,41007	0,3315	12,84544	9,910973	7,1
1/2 SEM	1,784525	8,205037	0,16575	6,42272	4,955487	3,55
	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F28%
1	143,64	76,97		99,65	89,34	48,109

2	52,92	301,71	256,5	109,65	114,08	384,87
3	149,14	68,04		90,72	78,35	103,09
4	62,54	138,14		98,96	88,65	205,16
5	123,02	93,47	78,35	101,03	98,96	339,51
Average	106,252	135,666	167,425	100,002	93,876	216,1478
St Deviation	45,47925	96,66402	125,9711	6,736206	13,44425	145,6239
SEM	20,33894	43,22946	89,075	3,012523	6,012453	65,12498
1/2 SEM	10,16947	21,61473	44,5375	1,506261	3,006226	32,56249

Mn

replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F28%
1	32,3	27,5	82,3	104,4	46,3	
2	29,4	44,3		136,2	198,4	
3	58,2			143,4		
4	34,1			113,3	118,9	86,1
5	47,7	36,7	91,4	64,9	131,2	90,8
Average	40,34	36,16667	86,85	112,44	149,5	88,45
St Deviation	10,92165	6,868932	4,55	27,74344	34,94023	2,35
SEM	4,88431	3,96578	3,217336	12,40724	20,17275	1,050952
1/2 SEM	2,442155	1,98289	1,608668	6,203622	10,08638	0,525476
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F28%
1	23,2	51,9			117	113,9
2	43,2	40,2	58	149,3	85,2	137,2
3	33,3	30,2	35,9	108,3	121,2	63,9
4	34,6	67,8	104	105,8	89,3	127,4
5	37,7	67,1		137,4	135,5	141,8
Average	34,4	51,44	65,96667	125,2	109,64	116,84
St Deviation	7,33178	16,5119	34,74195	21,53772	21,60771	31,46558
SEM	3,278872	7,384348	20,05828	10,76886	9,66326	14,07184
1/2 SEM	1,639436	3,692174	10,02914	5,38443	4,83163	7,035919

Zn

replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F28%
-----------	-------	--------	--------	---------	----------	---------

1	35,5	64	23,1	64,1	35,4	
2	35,2	49,5		62,5	47,9	
3	31,4			43,1		
4	33			40,6	47,6	43,2
5	30,6	32,3	25,6	58,2	42,3	35,2
Average	33,14	48,6	24,35	53,7	43,3	39,2
St Deviation	2,197271	15,86915	1,767767	11,06594	5,861172	5,656854
SEM	0,982649	9,162059	1,25	4,948838	2,930586	4
1/2 SEM	0,491325	4,58103	0,625	2,474419	1,465293	2
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F28%
1	26,5	28		51,3	43,5	41,6
2	29,4	21	20,8	60,4	42,7	57,1
3	25,2	26,1		49,5	53,4	69,4
4	40,2	51		48,4	47,6	57,5
5	32,9	32,1	27,1	41,7	62,6	46,8
Average	30,84	31,64	23,95	50,26	49,96	54,48
St Deviation	6,011905	11,53443	4,454773	6,73075	8,240328	10,76415
SEM	2,688606	5,158352	3,15	3,010083	3,685187	4,813876
1/2 SEM	1,344303	2,579176	1,575	1,505042	1,842593	2,406938

Cu

replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F 28%
1	208	225	265	171	176	
2	154	244		237	149	
3	190			280		
4	191			180	136	116
5	184	179	225	158	112	191
Average	185,4	216	245	205,2	143,25	153,5
St Deviation	19,69264	33,42155	28,28427	51,57228	26,67552	53,03301
SEM	8,806816	19,29594	20	23,06382	13,33776	37,5
1/2 SEM	4,403408	9,64797	10	11,53191	6,66888	18,75
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F 28%
1	240	205		149	155	123

2	230	191	246	214	122	154
3	167	110		161	347	292
4	127	191		147	132	167
5	220	219	187	160	134	191
Average	196,8	183,2	216,5	166,2	178	185,4
St Deviation	48,13211	42,53469	41,7193	27,4536	95,23392	64,4461
SEM	21,52533	19,02209	29,5	12,27762	42,5899	28,82117
1/2 SEM	10,76267	9,511046	14,75	6,138811	21,29495	14,41059

Mg

replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F 28%
1	609	526	642	673	377	
2	603	554		684	674	
3	679			753	477	445
4	571			698		374
5	639	534	584	636	430	449
Average	620,2	538	613	688,8	489,5	422,66667
St Deviation	40,78235	14,42221	41,01219	42,62276	129,6058	42,193996
SEM	18,23842	8,326664	29	19,06148	64,80291	24,360715
1/2 SEM	9,11921	4,163332	14,5	9,53074	32,40145	12,180358

replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F 28%
1	682	676		363	359	408
2	557	474	542	410	377	496
3	577	412		397	467	449
4	540	598		463	418	467
5	638	575	709	380	465	368
Average	598,8	547	625,5	402,6	417,2	437,6
St Deviation	59,45334	104,3791	118,0868	38,12217	49,41862	50,312026
SEM	26,58834	46,67976	83,5	17,04875	22,10068	22,500222
1/2 SEM	13,29417	23,33988	41,75	8,524377	11,05034	11,250111

Fe

replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F 28%
1	144,1	107,8	135,2	109	88,5	

2	100	124,2		124,3	118,4	
3	94,7			129,4		92,3
4	91,1			139,9	91,3	100,6
5	104	81,7	124,8	125,8		99,7
Average	106,78	104,5667	130	125,68	99,4	97,53333
St Deviation	21,43751	21,4337	7,353911	11,13764	16,51393	4,554485
SEM	9,587148	12,37475	5,2	4,980904	8,256967	2,629533
1/2 SEM	4,793574	6,187375	2,6	2,490452	4,128483	1,314767
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F 28%
1	66,4	98,6		97,2	97,9	87,9
2	96,8	75,3	123,6	113	89,9	95,6
3	87,9	64,1		94,4	99,7	112,4
4	77,3	78,3		96,1	96,6	122,7
5	94,9	88,3	107	81	170,8	83
Average	84,66	80,92	115,3	96,34	110,98	100,32
St Deviation	12,7508	13,11877	11,73797	11,37357	33,64487	16,75789
SEM	5,702333	5,86689	8,3	5,086413	15,04644	7,494358
1/2 SEM	2,851166	2,933445	4,15	2,543207	7,523221	3,747179

Ανάπτυξη φυτών

3	39	30	32	192	158	165
4	32	Βάρος μαρούλιών σε αμμώδες έδαφος 24		170	161	144
5	37	49		190	135	88
Average Fresh weight	36	32,6	32,5	184,2	153	145,6
St replicate Deviation	4,358899 LS 0%	9,633276 LS 14%	0,707107 LS 28%	16,25423 LS+F 0%	10,31988 LS+F 14%	37,71339 LS+F 28%
1	20		6	85		31
SEM	2,179449	4,816638	0,353553	8,127115	5,159942	18,8567
2	20	8	6	63	80	25
1/2 SEM	1,089725	2,408319	0,176777	4,063558	2,579971	9,428348
3		7	3	59	67	
Dry weight						
replicate	LL 0%	LL 14%	LL 28%	LL+F 0%	LL+F 14%	LL+F 28%
1	32	14		168	124	123
Average	17,75	7,5	6,2	54,8	74	48,5
2	26	26	24	154	142	158
St Deviation	3,86221	0,57735	2,167948	27,42626	25,46894	53,73081
3	30	23	23	173	141	154
4	28	17		164	131	122
SEM	1,931105	0,288675	0,969536	12,2654	12,73447	26,86541
5	27	40		142	105	76
1/2 SEM	0,965553	0,144338	0,484768	6,132699	6,367234	13,4327
Average Dry weight	28,6	24	23,5	160,2	128,6	126,6
St replicate Deviation	2,408319 LS 0%	10,12423 LS 14%	0,707107 LS 28%	12,33694 LS+F 0%	15,14265 LS+F 14%	32,90593 LS+F 28%
1	15		4	67		23
SEM	1,204159	5,062114	0,353553	6,168468	7,571327	16,45296
2	11	4	3	52	73	18
1/2 SEM	0,60208	2,531057	0,176777	3,084234	3,785664	8,226482
3		4	2	48	52	
Βάρος καρπών πιπεριάς σε αμμώδες έδαφος						
Fresh weight						
replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F 28%
1	17	17	14	60	14	7
SEM	1,443376	0	0,570088	10,52735	11,04319	18,06182
2	20	18	7	45	70	8
1/2 SEM	0,721688	0	0,285044	5,263673	5,521566	9,030908
3	19	9	8	59	9	9
4	20	Βάρος μαρούλιών σε πηλώδες έδαφος 8 9		48	65	44
5	18	18	10	12	76	22
Average Fresh weight	18,8	14	9,6	44,8	46,8	18
St replicate Deviation	1,30384 LL 0%	5,049752 LL 14%	2,701851 LL 28%	19,48589 LL+F 0%	32,50692 LL+F 14%	15,76388 LL+F 28%
1	41	28		204	155	141
SEM	0,65192	2,524876	1,350926	9,742946	16,25346	7,881941
2	31	32	33	165	156	190
1/2 SEM	0,32596	1,262438	0,675463	4,871473	8,126731	3,940971

Dry weight						
replicate	PS 0%	PS 14%	PS 28%	PS+F 0%	PS+F 14%	PS+F 28%
1	8	9	8	29	7	6
2	9	9	6	22	40	7
3	9	8	7	24	7	8
4	12	7	8	20	44	19
5	10	8		5	39	11
Average	9,6	8,2	7,25	20	27,4	10,2
St Deviation	1,516575	0,83666	0,957427	9,027735	18,7163	5,263079
SEM	0,758288	0,41833	0,478714	4,513868	9,358152	2,631539
1/2 SEM	0,379144	0,209165	0,239357	2,256934	4,679076	1,31577
Βάρος καρπών πιπεριάς σε πηλώδες έδαφος						
Fresh weight						
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F 28%
1	22	22	8	108	100	46
2	17	16	15	72	62	52
3	22	20	10	96	58	60
4	24	24	8	90	94	48
5	15	15	18	79	85	52
Average	20	19,4	11,8	89	79,8	51,6
St Deviation	3,807887	3,847077	4,494441	14,14214	18,89974	5,366563
SEM	1,903943	1,923538	2,247221	7,071068	9,449868	2,683282
1/2 SEM	0,951972	0,961769	1,12361	3,535534	4,724934	1,341641
Dry weight						
replicate	PL 0%	PL 14%	PL 28%	PL+F 0%	PL+F 14%	PL+F 28%
1	10	8	7	45	47	15
2	7	8	8	33	21	19
3	11	9	8	50	21	24
4	10	11	7	44	39	25
5	7	8	8	36	42	27
Average	9	8,8	7,6	41,6	34	22
St	1,870829	1,30384	0,547723	6,94982	12,20656	4,898979

Deviation						
SEM	0,935414	0,65192	0,273861	3,47491	6,103278	2,44949
1/2 SEM	0,467707	0,32596	0,136931	1,737455	3,051639	1,224745