

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΗΝ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ (ΒΙΚΟΥ ΚΑΙ ΛΟΥΠΙΝΟΥ)**

Μπούστας Δέδες

Καλαμάτα 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	04
A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	05
1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	05
2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟΥ.....	09
3. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	16
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	16
3.2 Όγκος και σύσταση των ΥΑΕ.....	18
3.2.1 Ο όγκος των ΥΑΕ.....	18
3.2.2 Σύσταση των ΥΑΕ.....	19
3.2.3 Ρυπογόνος δύναμη των ΥΑΕ.....	22
3.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΥΑΕ.....	24
3.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΑΕ.....	26
3.4.1 Γενικές πληροφορίες.....	26
3.4.2 Ελεγχόμενη εφαρμογή σε εδαφικούς αποδέκτες.....	26
3.4.3 Φυσικοχημικές μέθοδοι.....	27
3.4.4 Βιοαποικοδόμηση των ΥΑΕ.....	28
3.4.5 Συνεπεξεργασία με πυρηνόξυλο.....	28
3.4.6 Εκμετάλλευση ΥΑΕ σε παραγωγικές δραστηριότητες.....	29
α. Παραγωγή βιοαερίου.....	29
β. Παραγωγή compost.....	29
γ. Απομόνωση φαινολικών συστατικών.....	30
δ. Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών.....	30
ε. Καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών.....	31
4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΥΑΕ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	32
4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	32
4.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	32
4.3 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	33
4.4 ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ.....	34
4.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΔΑΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ.....	34
4.6 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	35

B. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	36
1. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	36
1.1 ΒΙΚΟΣ.....	36
1.2 ΛΟΥΠΙΝΟ.....	36
2. ΑΡΧΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	38
3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	39
4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	42
5. ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	42
6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΥΑΕ.....	42
7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΒΙΚΟΥ ΚΑΙ ΛΟΥΠΙΝΟΥ.....	43
8. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	43
8.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑ ΕΔΑΦΗ.....	43
Γ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	45
1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΒΙΚΟΥ ΚΑΙ ΛΟΥΠΙΝΟΥ ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ ΑΝΑ ΓΛΑΣΤΡΑ.....	45
1.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΜΗ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ ΜΕ Υ.Α.Ε.....	45
1.1.1 Παράγοντας δοσολογία Υ.Α.Ε. (0%-14%-28%).....	45
1.1.2 Παράγοντας διαφορετική λίπανση.....	46
1.1.3 Παράγοντας διαφορετικό έδαφος.....	47
1.1.4 Παράγοντας διαφορετικό φυτό.....	47
1.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΜΗ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ ΜΕ Υ.Α.Ε.....	49
1.2.1 Παράγοντας δοσολογία Υ.Α.Ε. (0%-14%-28%).....	49
1.2.2 Παράγοντας διαφορετική λίπανση.....	50
1.2.3 Παράγοντας διαφορετικό έδαφος.....	51
1.2.4 Παράγοντας διαφορετικό φυτό	51
1.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΜΗ, ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ Υ.Α.Ε.....	52

Δ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....54

Ε. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....55

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των υποχρεώσεων μου για τη λήψη του πτυχίου από το Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων 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 Ελαιοτριβείου σε καλλιέργεια φυτών βίκου και λούπινου.

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 τη 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 στήριξαν ηθικά αλλά και οικονομικά σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου αλλά και κατά τη διεξαγωγή της παρούσας μελέτης.

Μπρούστας Δέδες

Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η εμφάνιση της ελιάς χάνεται στα βάθη των αιώνων. Από φύλλα ελιάς, που χρονολογούνται από την ολιγόκαινο περίοδο, συμπεραίνεται ότι η ελιά υπήρχε πολλές χιλιάδες χρόνια πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου στη γη. Ως πιθανοί τόποι καταγωγής της αναφέρονται η Συρία, η Μικρά Ασία, η Αβησσυνία και η Αίγυπτος. Από εκεί διαδόθηκε στην Ελλάδα και στην Ιταλία και αργότερα στην Ισπανία με τους Έλληνες, τους Ρωμαίους και τους Άραβες (Fooks, 1995).

Η ελιά είναι αειθαλής, αιωνόβιο καρποφόρο δέντρο και ανήκει στη βοτανική οικογένεια Oleaceae. Στην ίδια οικογένεια ανήκουν και άλλα είδη, όπως το γιασεμί, η πασχαλιά κ.α. Στο γένος *Olea*, μόνο η ποικιλία *europaea* έχει οικονομικό ενδιαφέρον. Υπάρχουν δύο παραλλαγές του γένους: η άγρια ελιά (*Olea europaea* var. *oleaster*) και η ήμερη (*Olea europaea* var. *sativa*). Φυσικά οι ποικιλίες και οι τύποι της ελιάς είναι πάρα πολλοί και δημιουργήθηκαν είτε από την προσαρμογή του δέντρου στις ειδικές κλιματολογικές και εδαφικές συνθήκες του κάθε τόπου είτε σε μεταλλαγές και στο φυσικό πολλαπλασιασμό του είτε στον άνθρωπο. (Fooks, 1995).

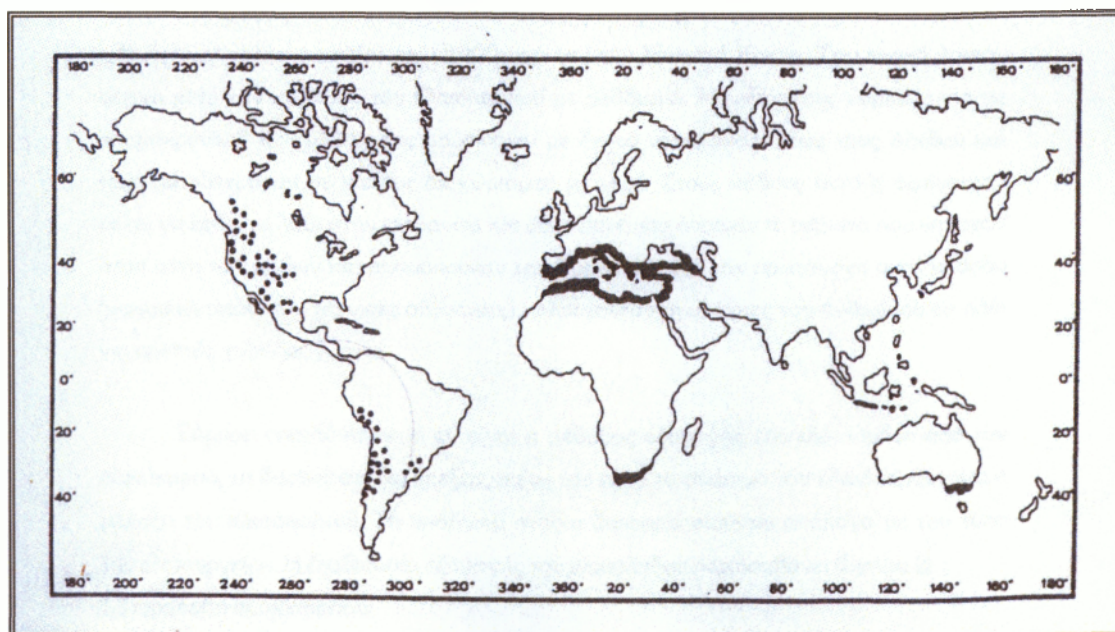
Στην Ελλάδα η ελιά είχε ξεχωριστή θέση από την αρχαιότητα και είχε συνδεθεί με τη διατροφή, τη θρησκεία, την υγεία και την τέχνη. Σήμερα είναι η πρώτη σε σπουδαιότητα δενδρώδης καλλιέργεια στη χώρα μας, αφού καταλαμβάνει σε έκταση το 15% περίπου της καλλιεργούμενης γης και το 75% των εκτάσεων που είναι φυτεμένες με δέντρα (Παναγιώτου, 1995).

Η Ελλάδα, όπου παράγονται γύρω στους 350.000 τόνους ελαιολάδου ετησίως από περισσότερα από 140 εκατομμύρια δέντρα, είναι η τρίτη χώρα στον κόσμο μετά την Ισπανία και την Ιταλία στην παραγωγή ελαιολάδου. Καλλιεργείται στους 50 από τους 54 νομούς της χώρας, 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 1).

Πίνακας 1: Αριθμός ελαιόδεντρων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα, στη χώρα μας (Ποντίκης, 2000).

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΩΝ
Πελοπόννησος	44.227.507
Κρήτη	30.523.061
Λοιπή στερεά Ελλάδα και Εύβοια	24.583.507
Νησιά Αιγαίου	16.853.589
Νησιά Ιονίου	7.388.296
Θεσσαλία	6.992.708
Μακεδονία	6.392.304
Ήπειρος	3.376.381
Θράκη	479.790
Περιφέρεια πρωτεύουσας	36.255
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	140.853.398

Στις χώρες της Μεσογείου, είναι συγκεντρωμένο το 98% των ελαιόδεντρων της γης. (Σχήμα 1) αν και στα επόμενα χρόνια, χώρες όπως η Αυστραλία που επιχειρεί μαζική ανάπτυξη της ελαιοκομίας, αναμένεται να μειώσουν ελαφρά το ποσοστό αυτό (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 1999).



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

Στο πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2) φαίνεται η καλλιεργούμενη έκταση και ο αριθμός ελαιόδέντρων στις βασικότερες χώρες παραγωγής ελαιολάδου. 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.

Πίνακας 2: Καλλιεργούμενη έκταση και αριθμός ελαιόδενδρων στις βασικότερες χώρες παραγωγής ελαιόλαδου (Ποντίκης, 2000).

A/A	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	Τουρκία	7.320.000	72.000.000
5	Πορτογαλία	11.100.000	50.000.000
6	Τυνησία	12.400.000	52.000.000
7	Γαλλία	410.000	5.650.000
8	Ισραήλ	110.000	1.130.000
9	Λίβανος	268.000	5.360.000
10	Λιβύη	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	Κύπρος	128.000	2.450.000

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

2. ΕΞΟΠΑΙΣΜΟΣ 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 επδρούν 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. Αμέσως ζυγίζεται και ρίχνεται μέσα σε χοάνη υποδοχής, όπου με το αναβατόριο προωθείται στο αποφυλλωτήριο.

Αποφυλλωτήριο, στο οποίο απομακρύνονται οι ξένες ύλες που περιέχονται αναπόφευκτα μέσα στα σακιά μαζί με τον ελαιόκαρπο. Ύλες που προέρχονται από το ελαιόδεντρο, όπως φύλλα, μικρά κλαδιά, κομμάτια φλοιού κλπ. είτε ξένες προς το ελαιόδεντρο ύλες, όπως είναι τα αγκάθια, τα ξηρά χόρτα, οι πέτρες, η λάσπη κλπ. Η επίδραση που ασκεί κάθε μία από τις παραπάνω ξένες ύλες στην ποιότητα του διαχωρισμένου ελαιολάδου είναι διαφορετική. Τα φύλλα και τα μικρά κλαδιά π.χ. εάν μείνουν στον καρπό και αλεσθούν μαζί, μεταφέρουν στο λάδι μεγάλα ποσά χλωροφύλλης η οποία ως λιποδιαλυτή δεν απομακρύνεται με τα φυτικά υγρά. Έτσι το ελαιόλαδο αποκτά ένα έντονο πράσινο χρώμα το οποίο το υποβαθμίζει ποιοτικά.

Πλυντήριο, στο οποίο γίνεται το πλύσιμο του ελαιόκαρπου, όπου γίνεται η απομάκρυνση όλων των ξένων υλών που δεν απομακρύνθηκαν από το αποφυλλωτήριο ακόμα και αυτών που ήταν προσκολλημένες στον ελαιόκαρπο, όπως το χώμα και η λάσπη και εμποδίζει έτσι το σχηματισμό αλκαλογαιωδών μειγμάτων, κατά το διαχωρισμό. Ας σημειωθεί ότι έχουν χρησιμοποιηθεί, σε πειραματικό στάδιο, ακόμη και απορρυπαντικά, σε νερό θερμοκρασίας 30-40°C, για το πλύσιμο του ελαιόκαρπου (Suarez, 1975).

Σπαστήρας, όπου γίνεται το σπάσιμο (άλεσμα) του ελαιόκαρπου προκειμένου να μετατραπεί σε ομοιογενή πούλπα. Η άλεση αποτελεί το πρώτο κύριο στάδιο της εξαγωγής του λαδιού και είναι φυσικό να επηρεάζει τόσο την ποσότητα, όσο και την ποιότητα του ελαιολάδου. Η μεγάλη δυσκολία που παρουσιάζεται στην ομογενοποίηση του ελαιόκαρπου οφείλεται στο ότι συντίθεται από:

1. Ουσίες στερεές όπως είναι ο πυρήνας, η σάρκα και το ενδοσπέρμιο.
2. Ουσίες σε υγρή μορφή, όπως το λάδι και τα φυτικά υγρά.

3. Ουσίες μεμβρανώδεις με μεγάλη ελαστικότητα, όπως είναι ο φλοιός του καρπού.

Με την άλεση επιδιώκουμε την αποδιοργάνωση των ιστών του μεσοκαρπίου του ελαιόκαρπου, το σπάσιμο των χυμοτοπίων που περιέχουν τα σταγονίδια του λαδιού, την συσσωμάτωση των σταγονιδίων σε μεγάλες σταγόνες λαδιού ώστε να γίνει εύκολος στη συνέχεια ο διαχωρισμός του.

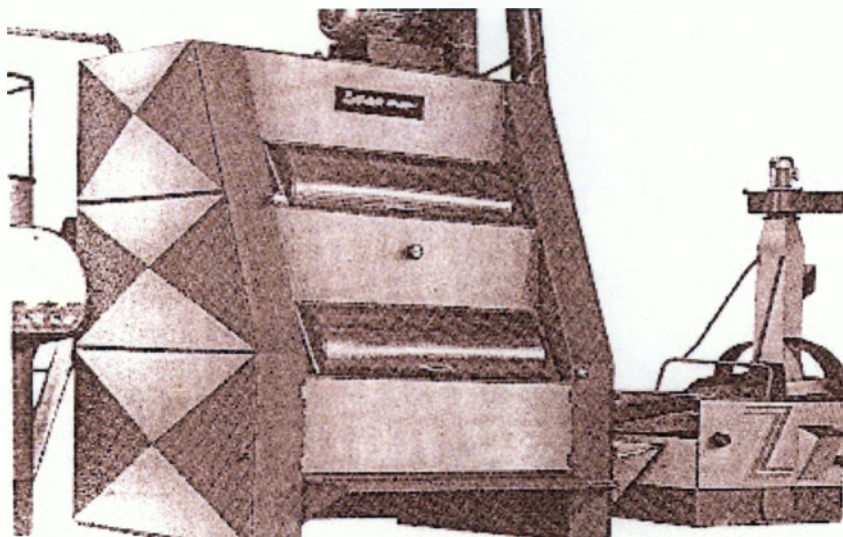
Μαλακτήρας, όπου γίνεται η επεξεργασία της ελαιοζύμης. Ουσιαστικά γίνεται η ολοκλήρωση της ομογενοποίησης του ελαιόκαρπου. Τα σταγονίδια του λαδιού, που άρχισαν να δημιουργούνται με την άλεση στον σπαστήρα, γίνονται ακόμη μεγαλύτερα με την μάλαξη. Για καλύτερα αποτελέσματα κατά τη φάση αυτή η ελαιοζύμη θερμαίνεται (μέχρι τους 25⁰C), με ζεστό νερό το οποίο κυκλοφορεί εξωτερικά στα τοιχώματα του μαλακτήρα και υποβάλλεται σε ήπια ανάμειξη για 20-30 λεπτά.

Αν ξεπεραστεί η οριακή αυτή θερμοκρασία, με σκοπό να εξαχθεί μεγαλύτερη ποσότητα λαδιού έχουμε δυσμενή επίδραση στην ποιότητα του ελαιόλαδου διότι καταστρέφονται τα πτητικά συστατικά του στα οποία οφείλεται το χαρακτηριστικό του άρωμα. Ακόμη με την υψηλή θερμοκρασία, πολλές φορές, μεταβάλλεται το χρώμα του ελαιόλαδου (αποκτά κοκκινωπό τόνο) και παρατηρείται αύξηση στην οξύτητά του. Επίσης παράταση του χρόνου μάλαξης συντελεί στη δημιουργία γαλακτωμάτων τα οποία δυσκολεύουν το διαχωρισμό του λαδιού (Heppera, 1975).

Το υλικό κατασκευής των επιφανειών του μαλακτήρα, που έρχονται σε επαφή με την ελαιοζύμη, πρέπει να είναι ανοξειδωτο μέταλλο για να αποφεύγεται ο εμπλουτισμός του ελαιόλαδου, με ίχνη του μετάλλου. Τα τελευταία καταλύουν τις οξειδωτικές αντιδράσεις και επιταχύνουν την αλλοίωση του λαδιού κατά την αποθήκευση του.

Γενικά κατά τη διάρκεια της μάλαξης, αλλά και των άλλων φάσεων επεξεργασίας στο ελαιουργείο, θα πρέπει να αποφεύγεται, κατά το δυνατό, η επαφή της ελαιοζύμης με τον ατμοσφαιρικό αέρα γιατί έχουμε απώλειες στα αρωματικά συστατικά του ελαιόλαδου και έναρξη της οξειδωτικής τάγγισης (Mendoza, 1975).

Οι μαλακτήρες κάθετης διάταξης φαίνεται να εξασφαλίζουν καλύτερη προστασία της ελαιοζύμης, από τον αέρα, συγκριτικά με τους μαλακτήρες οριζόντιας διάταξης (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Οριζόντιος μαλακτήρας ελαιουργείου φυγοκεντρικού τύπου (Alfa Laval).

Φυγοκεντρίτης (decanter) οριζόντιας διάταξης, όπου γίνεται ο διαχωρισμός του ελαιόλαδου από τα στερεά συστατικά (ελαιοπυρήνας) και τα απόνερα (νερό και φυτικά υγρά). Πριν την φυγοκέντρωση, η ελαιοζύμη αραιώνεται με άφθονο νερό για τη διευκόλυνση του διαχωρισμού του λαδιού από τα άλλα συστατικά εισέρχεται σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο. Κατά την περιστροφή υφίσταται επίδραση μεγάλης φυγοκεντρικής δύναμης που είναι περίπου 3000 φορές μεγαλύτερη από την βαρύτητα. Με αποτέλεσμα η στερεή φάση να πιέζεται προς τα τοιχώματα, ώσπου να απομακρυνθεί τελείως και να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω για τη δημιουργία άλλων τύπων ελαιόλαδου, ενώ η υγρή φάση που έχει μικρότερη πυκνότητα να συσσωρεύεται στο κέντρο του τυμπάνου φυγοκέντρωσης, όπου μέσω σωληνώσεων απομακρύνεται και μεταφέρεται στο επόμενο στάδιο. Όταν κρίνεται σκόπιμο τα απόνερα περνάνε πάλι από τον φυγοκεντρωτή για την παραλαβή λαδιού που τυχόν ξέφυγε.

Διαχωριστήρας κάθετης διάταξης, όπου γίνεται ο διαχωρισμός του λαδιού από τα φυτικά υγρά. Επιτυγχάνεται λόγω της διαφοράς του ειδικού βάρους μεταξύ των δύο και στο ότι δεν γίνεται να αναμιχθούν, διότι το ελαιόλαδο σε αντίθεση με τα φυτικά υγρά, είναι ουσία μη πολική. Με φυγοκέντρωση συντομεύεται ο διαχωρισμός του ελαιόλαδου, γιατί αυξάνεται στο πολλαπλάσιο η διαχωριστική δύναμη. Την ώρα όμως της φυγοκέντρωσης ενσωματώνεται αέρας στη μάζα του λαδιού, με αποτέλεσμα να βγαίνει από το διαχωριστήρα λίγο θολό. Αυτό προδιαθέτει το ελαιόλαδο στο τάγγισμα και στις αλλοιώσεις οξειδωτικής μορφής.

Το μεγαλύτερο ποσοστό (γύρω στο 70-80%) των ελαιοτριβείων στη χώρα μας (Πίνακας 3) 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 2).



Εικόνα 2: Υδραυλικό πιεστήριο διαχωρισμού λαδιού

Πίνακας 3: Αριθμός καταγεγραμμένων ελαιοτριβείων στην Ελλάδα.

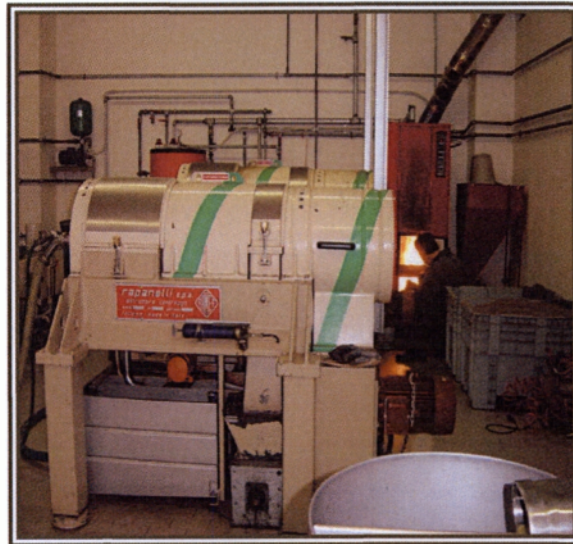
ΝΟΜΟΣ	Αρ. Κλασσικού τύπου	Αρ. Φυγοκεντ τύπου	Αρ. Συνδυαστικού* τύπου	Σύνολο	Μ.Ο. Δυναμικότητας (του. Ελ./8-ώρες)		
					Κλασ.	kw	Φυγοκ.
ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑ	54	33	15	102	8,3	60	16,9
ΑΡΓΟΛΙΔΑ	53	38	13	104	5,9	67	14,7
ΑΡΚΑΔΙΑ	12	30	0	42	8,1	76	14,5
ΑΡΤΑ	0	7	0	7	0,0	83	20,0
ΑΤΤΙΚΗ	20	34	2	56	5,4	67	14,3
ΑΧΑΪΑ	87	60	0	148	9,2	80	15,2
ΒΟΙΩΤΙΑ	0	47	0	47	0,0	95	14,0
ΔΡΑΜΑ	0	2	0	2	0,0	88	14,0
ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ	17	29	2	48	3,6	232	9,0
ΕΒΡΟΣ	0	4	0	4	0,0	80	18,0
ΕΥΒΟΙΑ	50	56	0	106	6,4	66	15,4
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ	0	2	0	2	0,0	72	7,6
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	7	38	0	45	9,5	77	15,2
ΗΛΕΙΑ	31	135	0	166	11,2	146	18,6
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	65	249	1	315	9,5	91	18,9
ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑ	20	19	0	39	3,4	51	13,5
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	0	6	0	6	0,0	115	24,1
ΚΑΒΑΛΑ	8	12	0	20	7,9	82	13,6
ΚΕΡΚΥΡΑ	35	99	0	134	3,5	66	14,4
ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ	8	7	4	19	5,6	66	8,9
ΚΟΡΙΝΘΙΑ	10	80	0	90	5,8	83	13,1
ΛΑΚΩΝΙΑ	119	68	0	187	7,9	69	13,9

ΛΑΡΙΣΑ	0	19	1	20	0,0	78	12,8
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	1	73	0	74	12,0	129	26,3
ΛΕΣΒΟΥ	15	57	0	74	13,1	98	19,3
ΛΕΥΚΑΔΑ	20	7	0	28	4,5	39	21,7
ΜΑΓΝΗΣΙΑ	29	31	0	60	5,8	69	13,7
ΜΕΣΣΗΝΙΑ	72	260	0	332	8,2	92	21,2
ΞΑΝΘΗ	0	2	0	2	0,0	88	16,0
ΠΙΕΡΙΑ	0	5	0	5	0,0	87	13,1
ΠΡΕΒΕΖΑ	3	30	0	33	5,2	87	13,6
ΡΕΘΥΜΝΟ	5	96	0	102	3,9	82	13,8
ΣΑΜΟΣ	14	20	1	35	3,7	63	12,2
ΣΕΡΡΕΣ	1	11	0	12	8,0	103	15,9
ΤΡΙΚΑΛΑ	0	0	5	5	0,0	91	0,0
ΦΘΙΩΤΙΔΑ	4	59	0	65	10,8	106	20,2
ΦΩΚΙΔΑ	0	24	0	24	0,0	76	11,1
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ	24	34	1	59	8,5	76	15,5
ΧΑΝΙΑ	7	134	4	145	6,8	109	17,1
ΧΙΟΣ	11	11	0	22	6,3	66	10,0
ΣΥΝΟΛΟ	802	1.928	49	2.786	7,5	89	17,0

Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας (2000).

* Χρήση και των δυο συστημάτων –μεικτού τύπου

Μία σημαντική βελτίωση στα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία είναι η προσθήκη της λεγόμενης μονάδας *Sinolea* (Εικόνα 3), όπου βασίζεται στην διαφορά της επιφανειακής τάσης μεταξύ χάλυβα-φυτικών υγρών και χάλυβα-ελαίου. Ο ελαιοδιαχωριστήρας με την μέθοδο της αποστάλαξης φέρει χαλύβδινα πλακίδια. Το λάδι λόγω μεγαλύτερης συνάφειας (μικρότερη ενδοεπιφανειακή τάση) με τον χάλυβα διαβρέχει την επιφάνεια των πλακιδίων και απορρέει. Ενώ τα φυτικά υγρά λόγω μικρότερης συνάφειας σχηματίζουν μεγάλες σταγόνες και δεν μπορούν να διηθηθούν. Το ελαιόλαδο που παραλαμβάνεται με αυτόν τον τρόπο είναι καλύτερης ποιότητας καθώς περιέχει περισσότερα αρωματικά συστατικά και έχει υποστεί λιγότερες αλλοιώσεις (Κυριτσάκης, 1996).

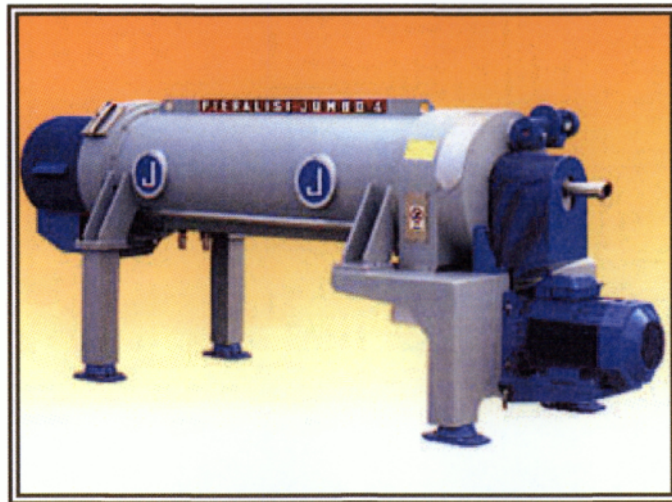


Εικόνα 3: Δυο παραλλαγές της μονάδας Sinolea.

Όσον αφορά τους φυγοκεντρητές (decanters), ένας νέος τους τύπος είναι ο φυγοκεντρητής δύο φάσεων ή οικολογικός (dual phase decanter), (Εικόνα 4). Ο νέος αυτός φυγοκεντρητής δεν χρειάζεται αραιώση της ελαιοζύμης με νερό και τη διαχωρίζει τελικά σε δύο φάσεις, στο ελαιόλαδο και στον ελαιοπυρήνα. Η συμβολή της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην προστασία του περιβάλλοντος αφορά κυρίως την μείωση του όγκου των παραγόμενων αποβλήτων και την άρση της αναγκαιότητας χρήσης μεγάλων ποσοτήτων νερού. Επίσης περιορίζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την θέρμανση του νερού που προστίθεται στην επεξεργασία του ελαιοκάρπου και αυξάνεται η δυναμικότητα του ελαιοτριβείου.

Η ποιότητα του ελαιολάδου λόγω της πολύ περιορισμένης χρήσης νερού που γίνεται στα decanters των ελαιοτριβείων, παρουσιάζει αυξημένη περιεκτικότητα σε

πολυφαινολικές ενώσεις και σε ο-διφαινόλες. Αυτό σημαίνει ότι το τελικό προϊόν έχει περισσότερα αντιοξειδωτικά κι έτσι εμφανίζει μεγαλύτερη σταθερότητα στη συντήρηση και στη διάρκεια αποθήκευσης (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 1999)



Εικόνα 4: Φυγοκεντρητής δυο φάσεων.

Το μεγάλο πλεονέκτημα των φυγοκεντρητών δύο φάσεων είναι ότι δεν δίνουν απόνερα ή δίνουν ελάχιστα και έτσι περιορίζουν στο ελάχιστο το πρόβλημα της διάθεσης των ΥΑΕ. Οι φυγοκεντρητές δύο φάσεων έχουν την ίδια απόδοση από ότι οι κλασικοί και δίνουν ελαιόλαδο με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και άλλες φυσικές αντιοξειδωτικές ουσίες. Τα μειονεκτήματά 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

Όπως και σε κάθε βιομηχανία, έτσι και στην ελαιουργία έχουμε απόβλητα, που η ποσότητά τους διαφέρει ανάλογα με τη μέθοδο ελαιοποίησης. Με τη φυγοκέντρωση έχουμε μεγαλύτερη ποσότητα αποβλήτων, από ότι με την κλασική μέθοδο με υδραυλική πίεση (Fooks, 1995).

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων, γνωστά ως λιοζούμια ή κατσίγαρος, προϊόν χωρίς εμπορική αξία παράγονται κυρίως από ελαιοτριβεία τριών φάσεων και μπορούν να χαρακτηριστούν ως ένα σκουρόχρωμο, θολό με έντονη οσμή υγρό (Martínez et al., 1986) στην οποία συμβάλλουν σημαντικά τα πτητικά οξέα που περιέχουν, το όξινο pH η τιμή του οποίου κυμαίνεται από 4 έως 6 και περιέχει στην σύνθεσή του περίπου 10% οργανικό φορτίο του οποίου τα σημαντικότερα (ποιοτικώς) συστατικά είναι οι πολυφαινόλες (Ragazzi et al., 1967), η υψηλή ρυθμιστική ικανότητα και επιφανειακή τάση, περιέχουν μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων σωματιδίων και είναι πλούσια σε οργανικές ουσίες.

Οι τελευταίες μπορούν να διαχωριστούν σε ενώσεις άμεσα διασπώμενες (π.χ. σάκχαρα, οργανικά οξέα, αμινοξέα), βιοαποδομήσιμα πολυμερή (π.χ. πρωτεΐνες, ημικυτταρίνες) και δύσκολα διασπώμενα συστατικά όπως μεγαλομοριακές λιπαρές ουσίες, και φαινολικές ενώσεις. Στην Ελλάδα το σύνολο σχεδόν των λιοζουμων οδηγείται χωρίς επεξεργασία σε χειμάρρους, στο έδαφος, στα ποτάμια και την θάλασσα (Γράφημα 1) (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 2001).



Γράφημα 1: Κύριοι τρόποι διάθεσης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα

Πηγή: Γεωργία-Κτηνοτροφία, 1993.

Σε όλες τις περιπτώσεις απόρριψης των αποβλήτων έχουν επισημανθεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως:

1. Ρύπανση επίγειων και υπόγειων υδάτινων όγκων και της θάλασσας.
2. Εκδήλωση τοξικών φαινομένων στην υδρόβια πανίδα.
3. Ζημιές σε γεωργικές καλλιέργειες λόγω της άμεσης φυτοτοξικότητάς τους.
4. Αισθητική υποβάθμιση των ακτών στις τουριστικές περιοχές.
5. Ενοχλήσεις των κατοίκων σε αστικές περιοχές λόγω της έντονης δυσσομίας που εκλύουν.

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

3.2 ΌΓΚΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΑΕ

3.2.1 Ο όγκος των ΥΑΕ

Ο όγκος των υγρών αποβλήτων σε εθνικό και διεθνές επίπεδο είναι τεράστιος, είναι δύσκολο να υπολογισθεί ακριβώς ακόμα και σε ένα ελαιουργείο πόσο μάλλον σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Στην περιοχή της Μεσογείου γίνεται επεξεργασία περίπου 1,4-1,8 εκατομμυρίων τόνων ελιάς κάθε χρόνο. Γύρω στους 1-1,2 τόνοι υγρών αποβλήτων παράγονται από 1 τόνο ελιών, συμπεριλαμβανομένου του νερού που περιέχεται στον ελαιόκαρπο και του νερού που χρησιμοποιείται στα στάδια επεξεργασίας του, έως το διαχωρισμό του ελαιολάδου. Σημαντικότερο πρόβλημα αντιμετωπίζουν οι τρεις πιο ελαιοπαραγωγικές χώρες Ισπανία, Ιταλία και η Ελλάδα (Tomati et al., 1990), οι οποίες καλύπτουν περίπου το 78% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου (Fedeli, 1977).

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται σε Ιταλία και Ισπανία ετησίως είναι περίπου 3 εκατομμύρια τόνοι (Μπαλατσούρας, 1986). Στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι παράγονται 1,5 εκατομμύρια τόνοι υγρών αποβλήτων και 400.000 τόνοι στερεών υπολειμμάτων-παραπροϊόντων ετησίως (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 1999). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μόνο στην Κρήτη τα απόβλητα που παράγονται υπολογίζονται σε 370.000 τόνους (Μιχελάκης και Κουτσαυτάκης, 1989).

Ο όγκος των ΥΑΕ εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως:

1. Την ποικιλία προελεύσεως του ελαιόκαρπου, το στάδιο ωριμότητας και το χρόνο αποθήκευσής του πριν από την ελαιοποίηση.
2. Τον τρόπο διαχωρισμού του λαδιού από την ελαιοζύμη, (με υδραυλικό πιεστήριο ή με φυγοκεντρικό διαχωριστήρα με οριζόντιο άξονα).
3. Τα φυτικά υγρά του ελαιόκαρπου (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 και 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.
4. 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 λιγιστό ή ακριβό.

3.2.2 Σύσταση των ΥΑΕ

Η σύσταση των υγρών αποβλήτων (πίνακας 4) όπως και ο όγκος ποικίλει ευρύτατα, γεγονός που οφείλεται στην εφαρμοζόμενη επεξεργασία παραγωγής ελαιολάδου (Bořta et al. 1993), είναι ακόμα δυνατό να διαφέρει και κατά την ίδια περίοδο συγκομιδής και εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Πίνακας 4: Χημική σύνθεση των υγρών αποβλήτων κατσίγαρου

Νερό	83,4%	Υδρογονάνθρακες	21
Οργανικές ενώσεις	14,8%		14
Μέταλλα	1,8%	Άλατα Κ	47
Λιπαρά συστατικά	0,02-1	Άλατα Na	7
		Άλλα στοιχεία	7
Ενώσεις αζώτου	1,2-2,4		
Ζάχαρα	2-8		
Οργανικά οξέα	0,5-1,5		
Πολυαλκοόλες	1,0-1,5		
Πτητικές Ταννίνες	0,5-1,5		
Γλυκοζίτες	Ίχνη		

Πηγή: U Tomati and E. Galli, 1990

Τα στοιχεία που περιέχονται στο ανόργανο κλάσμα του κατσίγαρου όπως άλατα καλίου, φωσφόρου, μαγνησίου που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως λιπαντικά στοιχεία (Κ, Ρ, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, S, Ανθρακικά 21%, Φωσφορικά 14%, Άλατα Καλίου 47%, Άλατα Νατρίου 7%, υπόλοιπα στοιχεία 11%) (Varquez et al., 1974, 1976).

Εκτός των παραπάνω στοιχείων που αναφέρθηκαν στη σύσταση του κατσίγαρου παρατηρούνται και ενώσεις πολυφαινόλων όπως τα φαινολικά οξέα και οι ανθοκυανίνες. Έχουν αναγνωριστεί πάνω από 50 φαινολικά μαζί με αλκοόλες και αλδεύδες.

Φαινολικά οξέα. Τα φαινολικά οξέα δεν υπάρχουν συνήθως ελεύθερα στις ελιές, αλλά βρίσκονται ενωμένα με άλλες ουσίες. Έτσι, για παράδειγμα, ελεύθερο καφεϊκό οξύ δεν συναντάται στην πούλπα των ελιών, αλλά υπάρχει στον κατσίγαρο.

Άλλη μια πιθανή προέλευση των φαινολικών οξέων στον κατσίγαρο είναι η λιγνίνη στον πυρήνα των ελιών. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας έκθλιψης χημική και ενζυματική υδρόλυση λαμβάνει χώρα εντός του κενού χώρου αυτού του πολυμερούς, ελευθερώνοντας τα φαινολικά οξέα τα οποία αποτελούν τμήμα του. Ορισμένα οξέα όπως το συριγγικό οξύ που περιέχονται στον κατσίγαρο, μπορεί να έχουν εν μέρει την ίδια καταγωγή. Η λιγνίνη επίσης μπορεί να αποδομηθεί από λυγνολυτικά βακτήρια (Moreno et al., 1987).

Ανθοκυανίνες. Ένα από τα πιο ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κατσίγαρου είναι ο χρωματισμός του. Η χρωστική ουσία συγκεντρώνει περίπου το 5% του βάρους του κατσίγαρου και επομένως αποτελεί την πλειοψηφία στο κλάσμα του ξηρού αποβλήτου (Ragazzi et al., 1967).

Η δράση της φαινολοσιδάσης έχει ανιχνευθεί σε ώριμες ελιές σε ποσότητες πολύ υψηλότερες απ' ότι σε άλλους φυτικούς σχηματισμούς, λαμβάνοντας υπόψη τη θεωρία ότι ο σχηματισμός της χρωστικής ουσίας, διαμέσου της δράσης της φαινολοσιδάσης πάνω στην ολαιοκυανίνη είναι απλό, διότι δεν εξηγείται η ύπαρξη των ανιχνευθέντων ενώσεων. Στην πούλπα των ελιών, μια μεγάλη ποσότητα ενζύμων έχει βρεθεί. Αυτά τα ένζυμα ελευθερώνονται, όταν γίνει το σπάσιμο των ελιών και έρθουν σε επαφή με διάφορες πολυφαινόλες, όπως είναι το καφεϊκό οξύ, συνεπώς έτσι σχηματίζεται το πολυμερές. Άλλες ενώσεις όπως πολυσακχαρίνες, λιπαρά οξέα, μέταλλα επίσης υπάρχουν στο υλικό κατά τη διάρκεια αντίδρασης. Ο Saiz Jimenez et al., απέδειξε την ομοιότητα της χρωστικής ουσίας του κατσίγαρου με τη λιγνίνη ή το συσχετισμό των πολυμερών (Moreno et al., 1987).

Το συμπέρασμα όλων αυτών των στοιχείων είναι ότι ο κατσίγαρος είναι ένα υδατικό φυτικό εκχύλισμα μεγάλου οργανικού φορτίου, έχει φυτοτοξικές ιδιότητες και η διάθεσή του μπορεί να έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις περισσότερο ή λιγότερο σημαντικές ανάλογα με την ικανότητα του αποδέκτη για αυτοκαθαρισμό. Στα θετικά στοιχεία του κατσίγαρου πρέπει να αναγνωρισθεί το γεγονός ότι είναι ελεύθερος ενώσεων υψηλού περιβαλλοντικού κινδύνου και δεν περιέχει όπως άλλοι τύποι βιομηχανικών αποβλήτων βαρέα μέταλλα, αμίαντο ή άλλες ενώσεις (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 2001).

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 5).

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά αποβλήτων κλασικών και φυγοκεντρικών ελαιουργείων (Fiestas, 1977)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΤΥΠΟΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟΥ	
	Κλασσικό	Φυγοκεντρικό
Αλκαλιότητα (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
Στερεά αιωρούμενα (%)	0,1	0,9
Στερεά ολικά (%)	12,0	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

Τα απόβλητα των ελαιουργείων (κατσίγαρος), έχουν υψηλό BOD (Biochemical Oxygen Demand=Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο). Αυτό είναι ένα μέτρο της οργανικής ρύπανσης και εκφράζει την ποσότητα σε βάρος του διαλυμένου οξυγόνου που χρειάζονται για να διασπαστούν από τα βακτήρια οι βιοαποδομήσιμες οργανικές ουσίες σε ένα λίτρο δείγματος. Για τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων, η τιμή του BOD είναι περίπου 100 Kg/m^3 (Balice et al., 1982). Ο προσδιορισμός του BOD σε διαφορετικούς κατσίγαρους, δείχνει την τιμή των 25.000 mg/l ως το πιο χαμηλό όριο σε αραιωμένο κατσίγαρο. Ενώ ορισμένες φορές αγγίζει τα 90.000 mg/l (Moreno, 1990).

Λόγω του γεγονότος ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του οργανικού φορτίου των ΥΑΕ είναι μη βιοαποικοδομήσιμο είναι απαραίτητη και η μέτρηση του COD (Kopsidas, 1992). Το COD (Chemical Oxygen Demand=Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο) μετρά το οξυγόνο που χρειάζεται για την οξειδωση της οργανικής ύλης, που περιέχεται σε ένα δείγμα, από ένα ισχυρό χημικό οξειδωτικό. Για τα ΥΑΕ η τιμή του COD κυμαίνεται περίπου στα 220 Kg/m^3 (Balice et al., 1982, Borja et al., 1994).

Ενδεικτικά σημειώνεται πως τα ΥΑΕ μέσης δυναμικότητας, συνολικού όγκου φυτικών αποβλήτων 50 m^3 την ημέρα, με BOD_5 40 γραμμαρίων κατά λίτρο, ισοδυναμούν με τα βοθρολύμματα ενός οικισμού 30.000 κατοίκων όσον αφορά τη ρυπογόνο δύναμη. Αυτό σημαίνει ότι εάν ρίξουμε ανεπεξέργαστα λιόζουμα σε υδάτινους αποδέκτες (χειμάρρους, θάλασσα, λίμνες) δημιουργούμε εύκολα συνθήκες έλλειψης οξυγόνου.

Οι συνθήκες ασφυξίας που δημιουργούνται από τη διάθεση του αποβλήτου στους υδάτινους αποδέκτες χωρίς επεξεργασία, είναι ζημιογόνες για την υδάτινη πανίδα και χλωρίδα. Έχει αποδειχθεί η τοξικότητα των ΥΑΕ σε υδρόβιους οργανισμούς όπως διάφορα είδη κυπρίνων (*Chandrostona Polylepsi*, *Ciprinus Caprio*) (Fiestas ros de Ursinos 1977).

Αναφέρεται ότι σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν (Βορεάδου, 1989), ελάχιστα είδη εντόμων επέζησαν για περιορισμένο χρόνο (96 ώρες) σε γλυκά νερά που είχαν ρυπανθεί με το απόβλητο.

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

1. Συστατικά εύκολης αφομοίωσης, όπως τα απλά σάκχαρα, τα οργανικά οξέα, τα αμινοξέα.
2. Πολυμερή βιοαποικοδομίστημα, όπως οι πρωτεΐνες, οι ημικυτταρίνες, οι πηκτίνες.
3. 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, ουσιαστικά ευθύνεται για τις δυσκολίες στη διαχείρισή τους, διότι περιλαμβάνουν απλά φαινολικά οξέα και πολυφαινόλες (ανθοκυανίνες, ταννίνες). Οι ενώσεις αυτές συντίθενται στα φυτικά κύτταρα, διαθέτουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες και έχουν ιδιαίτερη βιολογική σημασία για τη λειτουργία των κυττάρων αλλά και για την φυσική προστασία των φυτών από εχθρούς και ασθένειες. Οι ελιές είναι πολύ πλούσιες σε φαινολικές ουσίες που τις προστατεύουν αποτελεσματικά από τους μικροοργανισμούς. Επειδή οι φαινολικές αυτές ουσίες είναι κατά κύριο λόγο υδατοδιαλυτές μεταφέρονται και παραμένουν στο λιάζουμο μετά την έκθλιψη του ελαιοκάρπου. Σε αυτές αποδίδονται λοιπόν οι φυτοτοξικές και οι αντιμικροβιακές ιδιότητες που εμφανίζουν τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 1999).

Σε ό,τι αφορά τα βακτήρια, είναι γνωστή η καταστροφική δράση των φαινολικών ενώσεων έναντι των περισσότερων γενών 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.

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 358Β/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' αριθμό **49541/1426/1986 Κοινής Υπουργικής Απόφασης** και την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με τις

διατάξεις της οδηγίας 91/156/ΕΟΚ. Επίσης λήφθηκε υπόψη 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 Ε1Β/221/65** και τις μεταγενέστερες τροποποιήσεις της «περί διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων». Μια σημαντική οδηγία εφαρμογής της Υ.Δ. Ε1β/221 που κοινοποιήθηκε με την εγκύκλιο του **ΥΚΥ με αριθμό Α5/4690/ΕΓΚ.62/26-4-80**, αναφέρει τους όρους για τη χορήγηση άδειας διαθέσεως λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, τον τρόπο ανανέωσης προσωρινής άδειας διαθέσεως τους και στοιχεία για τον έλεγχο αποδόσεως των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Επίσης σημαντικότερες Οδηγίες Εφαρμογής της Υ.Δ. **Ε1β/221/65** αποτελεί η εγκύκλιος του **ΥΥΠ&ΚΑ με αρ. ΥΜ/2985/29-5-1991**, που αναφέρεται στις προϋποθέσεις που απαιτούνται για την διάθεση των λυμάτων σε επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες στο έδαφος και σε υπόνομους, καθώς και η εγκύκλιος **ΥΥΠ&ΚΑ ΜΕ ΑΡ. 242/27-1-1992**, που αναφέρεται στην έγκριση των μελετών επεξεργασίας και διαθέσεως των υγρών αποβλήτων καθώς και στις σχετικές άδειες.

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

Την **Κοινή Υπουργική Απόφαση Ε1β. 221/65 (ΦΕΚ 138Β/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 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΥΑΕ

3.4.1 Γενικές πληροφορίες

Η διαχείριση των υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας ελαιολάδου, που είναι γνωστά με το όνομα «κατσίγαρος», ήταν και εξακολουθεί να είναι ένα πρόβλημα οξύ στη διάρκεια της ελαιοποίησης. Τα χαρακτηριστικά τους είναι γνωστά, όπως το βαρύ οργανικό φορτίο, η παρουσία σ' αυτά τοξικών ουσιών για φυτά και ζώα που αποικοδομούνται δύσκολα ή καθόλου καθώς και η παρουσία χρωστικών ουσιών ικανών να βιάσουν το έδαφος (Μπαλατσούρας Γ., 1986).

Η επεξεργασία τους καθίσταται δυσχερής για λόγους που συνδέονται άμεσα με τη φυσικοχημική τους σύσταση (χαμηλή τιμή pH, υψηλή περιεκτικότητα φαινολικών ενώσεων, λιπαρών οξέων και χρωστικών). Επίσης και για λόγους που αφορούν την τεχνοοικονομική δομή των ελαιουργείων, αλλά και το διάσπαρτο της γεωγραφικής τους κατανομής (Kopsidas, 1992).

Μολονότι τα τελευταία 20 χρόνια, έχουν γίνει πολλές μελέτες για την επεξεργασία των ΥΑΕ, παρόλα αυτά η μεγάλη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών, η υψηλή αλατότητα και το βαρύ οργανικό βιοαποικοδομήσιμο ή μη φορτίο (COD και BOD) (Hamdi, 1993, Dias et al., 2004) δεν επέτρεψαν την εξεύρεση μιας αποτελεσματικής λύσης.

Στη συνέχεια δίνεται μια σύντομη περιγραφή των διαφόρων μεθόδων διαχείρισης των ΥΑΕ.

3.4.2 Ελεγχόμενη εφαρμογή σε εδαφικούς αποδέκτες

Έχουν γίνει διάφορες μελέτες για την χρήση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων ως λίπασμα σε καλλιέργειες. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι ποσότητες ΥΑΕ μικρής συγκεντρώσεως, μπορούν να εφαρμοστούν σε αγροτεμάχια για την λίπανση τους, λόγω του υψηλού οργανικού τους φορτίου και των αυξημένων ποσοτήτων σε κάλιο, φώσφορο και μαγνήσιο (Nunes et al., 2001) αλλά και λόγω του εμπλουτισμού του εδάφους με εξειδικευμένους μικροοργανισμούς, οι οποίοι ενισχύουν την αντοχή του έναντι σημαντικών φυτοπαθογόνων μυκήτων (Chatjipavlidis et al., 1996, Ntougias et al., 2003). Ιδιαίτερα σε πολλές περιοχές της

Μεσογείου όπου παρατηρείται έλλειψη οργανικής ουσίας στα εδάφη ενίσχυσαν την δελεαστικότητα των προτάσεων για άμεση εφαρμογή των ΥΑΕ απ' ευθείας σε δενδρώνες, ή μετά από απλή ασβέστωση για εξουδετέρωση της οξύτητας τους.

Η ανάπτυξη τέτοιας μεθοδολογίας διάθεσης των ΥΑΕ μπορεί να προσφέρει διέξοδο στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν κυρίως τα μικρά και μεμονωμένα ελαιοτριβεία. 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). Γι' αυτό θα πρέπει να έχει προηγηθεί μελέτη των εδαφολογικών χαρακτηριστικών στους χώρους διάθεσης ώστε να χορηγηθεί η κατάλληλη ποσότητα αποβλήτων και να αποφευχθεί η διήθηση σε βαθύτερα στρώματα του υπεδάφους.

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 Φυσικοχημικές μέθοδοι

Πολλές είναι οι μέθοδοι επεξεργασίας των ΥΑΕ που έχουν προταθεί για την αποδόμησή τους. Αρχικά δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση φυσικοχημικών μεθόδων όπως διήθησης, φυγοκέντρισης, θρόμβωσης και καθίζησης, επίπλευσης, εξαγωγής με διαλύτη, ηλεκτρόλυσης, ηλεκτροδιάλυσης, αντιδράσεων Fenton, εξάτμισης και αντίστροφης ώσμωσης. Οι μέθοδοι αυτοί παρότι δοκιμάστηκαν εντατικά και όχι μόνο σε εργαστηριακό επίπεδο τα τελευταία χρόνια και σε διάφορους συνδυασμούς δεν έχουν δώσει λύσεις ευρείας αποδοχής, διότι μειονεκτούν κυρίως στο υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, στους τεράστιους όγκους αποβλήτων και στη διακύμανση της σύστασή τους (Mendia et al., 1986)

Η παλαιότερη και απλούστερη φυσική μέθοδος επεξεργασίας των ΥΑΕ είναι η προσθήκη διαφόρων χημικών αντιδραστηρίων, όπως Ca(OH)_2 , CaO , και διάφορων πολυηλεκτρολυτών (Fiestas, 1977). Η προσθήκη Ca(OH)_2 σε ποσοστό 0,5-1% βάρους κατ' όγκο προκαλεί αύξηση του pH σε αλκαλικές τιμές και μείωση τις

οξύτητας και την κατακρύμνηση ιζήματος μαζί με το οποίο απομακρύνεται μέρος του ρυπαντικού φορτίου των ΥΑΕ κατά 60-70% όμως παράγεται στερεό υπόλειμμα σε ποσοστό 20% που καθιστά την εφαρμογή της μεθόδου μειονεκτική (Moreno et al., 1990).

3.4.4 Βιοαποικοδόμηση των ΥΑΕ

Η αποικοδόμηση των οργανικών και των τοξικών συστατικών των ΥΑΕ μπορεί να επιτευχθεί μέσω μικροοργανισμών, που εισάγονται στα ΥΑΕ ως εμβόλιο εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα ευνοϊκές συνθήκες για την επικράτησή τους όπως π.χ. κατάλληλος αερισμός θερμοκρασία, pH (Fiestas, 1977).

Η χρησιμοποίηση επιλεγμένων μικροοργανισμών κατά την βιοεπεξεργασία των ΥΑΕ έχει ως στόχο την μείωση του οργανικού φορτίου και την παραγωγή νέων προϊόντων προστιθέμενης αξίας όπως π.χ. βιοαερίου. Ανάλογα με τον τύπο μικροοργανισμών που θα χρησιμοποιηθούν αεροβικούς ή αναεροβικούς τα συστήματα βιολογικής επεξεργασίας των ΥΑΕ χωρίζονται σε συστήματα αεροβικής ή αναεροβικής επεξεργασίας (Οιχαλιώτης et al., 1999).

3.4.5 Συνεπεξεργασία με πυρηνόξυλο

Το πυρηνόξυλο αν και δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως υλικό επιβλαβές για το περιβάλλον, αποτελεί παραπροϊόν χαμηλής οικονομικής αξίας με μικρό περιθώριο εκμετάλλευσής του σε άλλες γεωργικές ή μη εφαρμογές (Οιχαλιώτης et al., 1999).

Η συγκομποστοποίηση (ή θερμόφιλη μικροβιακή χώνευση) πυρηνόξυλου που διαβρέχεται με τα ΥΑΕ, σε κατάλληλη αναλογία, στη συνέχεια ακολουθεί αερόβια ζύμωση λόγω της ανάπτυξης θερμόφιλων / θερμοανθεκτικών μικροοργανισμών, προκαλώντας την μείωση των διαφόρων τοξικών συστατικών δημιουργώντας ένα πλούσιο υπόστρωμα (Ntougias et al., 2003)

Όμως, για να επιτευχθεί απορρόφηση σημαντικών ποσοτήτων λιόζωμων ανά μονάδα χρησιμοποιημένου πυρηνόξυλου με αυτή τη μέθοδο απαιτείται και πάλι πλήρης και αυτοματοποιημένος έλεγχος του μικροπεριβάλλοντος κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κομποστοποίησης (θερμοκρασία, υγρασία, οξυγόνο - διοξείδιο του άνθρακα), που ανεβάζουν σημαντικά το κόστος της εφαρμογής (Aggelis et al., 2003).

3.4.6 Εκμετάλλευση ΥΑΕ σε παραγωγικές δραστηριότητες

α. Παραγωγή βιοαερίου

Τα ΥΑΕ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοαερίου (μεθάνιο), μέσω αναερόβιας ζύμωσης. Η ιδέα αυτή ενισχύεται σημαντικά από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια προγραμμάτων εκμετάλλευσης των ήπιων μορφών ενέργειας. Η περαιτέρω μελέτη της βιομετατροπής της οργανικής ύλης των ΥΑΕ σε μεθάνιο μπορεί μελλοντικά να επιτρέψει την χρησιμοποίησή τους για την παραγωγή ενέργειας.

Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η απουσία ανάγκης παροχής οξυγόνου γεγονός που καθιστά την αναερόβια διαδικασία οικονομικότερη από την αερόβια. Όμως, η διαδικασία της αναερόβιας ζύμωσης απαιτεί αρκετό χρόνο έως και σαράντα μέρες σε απόβλητα που δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία (Fiestas et al., 1981, Rozzi et al., 1984), σε συνδυασμό με προβλήματα και ελλείψεις κατά την αποθήκευση του παραγόμενου βιοαερίου, όπου η κατανάλωσή του θα πρέπει να είναι άμεση (Γεωργακάκης, 1998), καθώς και το μεγάλο κόστος λόγω της απόλυτα ελεγχόμενης διαδικασίας σε βιομηχανικό επίπεδο, δεν είναι δυνατή η υιοθέτηση της εφαρμογής αυτής.

β. Παραγωγή compost

Η κομποστοποίηση είναι μια διαδικασία της αερόβιας αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και η μετατροπή τους σε χούμο, σε ουσίες σχετικά σταθερές καθώς επίσης και στο σχηματισμό αργίλλο-χουμικών συμπλόκων. Τα ζωικά απορρίμματα που είναι πλούσια σε άζωτο δύνανται να κομποστοποιηθούν ξεχωριστά ή αναμιγνύόμενα με άλλα υλικά. Τα άχυρα, τα φύλλα, οι βλαστοί και τα άλλα οργανικά υλικά ανάλογα με τη σύστασή τους δεν ενδείκνυται για αμιγή κομποστοποίηση από άποψη είδους, αλλά θα πρέπει να συνδυάζονται με άλλα υλικά, όπως π.χ. με χώμα ή με ζωικά απορρίμματα (Konzen 1983, Weber 1974).

Η αποδόμηση των υπολειμμάτων μέσω βιολογικών διεργασιών όπου στην πραγματοποίησή συμμετέχουν οι μικροοργανισμοί έχει ορισμένες βασικές

απαιτήσεις, ώστε το τελικό προϊόν που θα προκύψει να είναι καλής ποιότητας (Loehr 1974, Taiganides 1974).

Για μια αποτελεσματική αποδόμηση πρέπει να συντρέχουν ορισμένες προϋποθέσεις όπως η ποιότητα και το μέγεθος των χρησιμοποιούμενων υλικών, η περιεκτικότητα νερού, η θερμοκρασία της μάζας, η παρουσία οξυγόνου, αζώτου και άνθρακα σε κανονικές αναλογίες, καθώς και το pH.

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. Επειδή όμως η απευθείας εφαρμογή των ΥΑΕ δεν δίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα για την καταπολέμηση του προβλήματος, γίνονται προσπάθειες για την απομόνωση των φαινολικών συστατικών. Έτσι είναι πιθανό κάποια στιγμή τα ΥΑΕ να χρησιμοποιούνται αντί φυτοφαρμάκων. Παράδειγμα για την αντιμετώπιση του κύριου εχθρού της ελιάς, την μύγα *Dacus oleae* (Lo Scalzo et al., 1993).

Ακόμη τα φυσικά φαινολικά συστατικά των ΥΑΕ είναι δυνατό να βρουν εφαρμογή και στην βιομηχανία τροφίμων, λόγω της αντιβακτηριακής και αντιοξειδωτικής τους δράσης (Tuncel et al., 1993).

δ. Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών

Η καλλιέργεια των εδώδιμων μανιταριών είναι μια διαδικασία ελεγχόμενης βιο-μετατροπής λιγνοκυτταρινούχων υλικών υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Οι μύκητες του γένους *Pleurotus* διαθέτοντας έναν ιδιαίτερο αποδοτικό ενζυμικό μηχανισμό αποδόμησης των φαινολικών ουσιών που περιέχονται στα ΥΑΕ, μειώνουν την φυτοτοξική δράση και προκαλούν τον αποχρωματισμό τους, με αποτέλεσμα την καλύτερη παραγωγή της καλλιέργειας. Η μυκηλιακή βιομάζα στα ΥΑΕ στοχεύει ακόμα και στην παραγωγή μικροβιακής πρωτεΐνης ή και εδαφοβελτιωτικού. (Zervakis et al., 1996, Flouri 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. Συγκεκριμένα η καταπολέμηση του μικροοργανισμού *Pseudomonas syringae* pv. *Savastanoi* με την χρήση των ΥΑΕ έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα, αν και πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι η χρήση ορισμένων μόνο συστατικών των ΥΑΕ, όπως π.χ. η υδροξυτυροσώλη, θα ήταν περισσότερο αποτελεσματικές. Τέλος, έχει επίσης παρατηρηθεί ότι μεγάλη ευπάθεια στα ΥΑΕ παρουσιάζουν και τα γένη *Phytophthora* και *Fusarium* τα οποία δρουν ζημιογόνα σε εδαφικά υποστρώματα αερόβιας ζύμωσης (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 συμπάγειας 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 συμπάγειας, 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 αποδόμησης, 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 αποδόμησης 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.

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 (Temburino 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, γιββερελίνες και κυτοκινίνες. Έχει αποδειχθεί πως τα ΥΑΕ αποτελούν κατάλληλο υπόστρωμα για την παραγωγή γιββερελίνων και αυξινών 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 ελευροπαΐνη 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 χειμερινών ψυχανθών σε διαφορετικά εδάφη, για πιθανή χρήση τους ως εναλλακτική λύση της χημικής λίπανσης.
- Να εξεταστεί η πιθανή επίδραση αζωτούχου και φωσφορικής λίπανσης, σε συνδυασμό με τα ΥΑΕ, στην ανάπτυξη χειμερινών ψυχανθών.

B. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

1.1 ΒΙΚΟΣ

Με το όνομα βίκος είναι γνωστά περίπου 150 είδη φυτών, τα οποία ανήκουν στο γένος *Vicia*. Τα περισσότερα είδη που καλλιεργούνται παγκοσμίως κατάγονται από παραμεσόγειες περιοχές. Ο βίκος καλλιεργείται ευρέως σε περιοχές με εύκρατο κλίμα ως φυτό χλωράς λίπανσης και ως χορτοδοτικό και πολύ λιγότερο για την παραγωγή καρπού. Στην Ελλάδα ο βίκος είναι το πιο διαδεδομένο χειμερινό ψυχανθές, γιατί προσαρμόζεται ικανοποιητικά στα διάφορα οικολογικά περιβάλλοντα. Το είδος που καλλιεργείται αποκλειστικά είναι το *V. sativa* για παραγωγή καρπού και σανού. Η χρησιμοποίησή του για ενσίρωση ή βόσκηση είναι περιορισμένη. Θεωρείται από τα πιο κατάλληλα φυτά χλωράς λίπανσης και αμειψισποράς με τις καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών.

Όσο αφορά την βοτανική του περιγραφή ο βίκος είναι φυτό ποώδες και ετήσιο. Το ριζικό του σύστημα αποτελείται από μία λεπτή πασσαλώδη ρίζα, η οποία φέρει πολυάριθμες διακλαδώσεις. Στις ρίζες του βίκου στη χώρα μας σχηματίζονται άφθονα φυμάτια, πράγμα που υποδηλώνει ότι υπάρχουν κατάλληλα ενδογενή ριζόβια. Η ανάπτυξη του βίκου είναι έρπουσα ή αναρριχώμενη (Παπακώστα-Τασοπούλου Δέσποινα, 2005).

1.2 ΛΟΥΠΙΝΟ

Με το όνομα λούπινο είναι γνωστά είδη πολλά είδη (πάνω από 300) άγρια και καλλιεργούμενα, τα οποία ανήκουν στο γένος *Lupinus*. Στο γένος αυτό περιλαμβάνονται είδη ποώδη ετήσια και ποώδη - θαμνώδη πολυετή. Τα περισσότερα είδη κατάγονται απ' τη Ν.Δ. Αμερική και μόνο 12 αναγνωρισμένα είδη εκτείνονται γύρω απ' τη Μεσόγειο και την Α. Αφρική.

Οι κύριες χρήσεις του λούπινου είναι:

1. Ζωοτροφή, κυρίως ως καρπός και λιγότερο ως χορτομάζα.
2. Κατανάλωση του σπόρου από τον άνθρωπο λόγω της υψηλής του περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και λάδι.

3. Χρησιμοποίηση ως χλωρή λίπανση.

Το λούπινο καλλιεργείται σήμερα σε πολλές χώρες του κόσμου, με τη μεγαλύτερη ποσότητα παραγόμενων σπόρων στην Αυστραλία. Στην πλειονότητα καλλιεργούνται τα γλυκά λούπινα. Στη χώρα μας οι εκτάσεις που καταλαμβάνει το λούπινο είναι περιορισμένες και εντοπίζονται κυρίως στις νότιες περιοχές. Τα καλλιεργούμενα είδη λούπινου είναι ποώδη ετήσια φυτά, με όρθια ανάπτυξη. Έχουν μία ισχυρή πασσαλώδη ρίζα, η οποία εισχωρεί βαθιά στο έδαφος και διακλαδίζεται άφθονα σχηματίζοντας μεγάλα φυμάτια (Παπακώστα- Τασοπούλου Δέσποινα, 2005).

2. 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 6: Αποτελέσματα εδαφολογικών αναλύσεων των δυο εδαφών πριν τη χρησιμοποίηση τους στη διεξαγωγή του πειράματος.

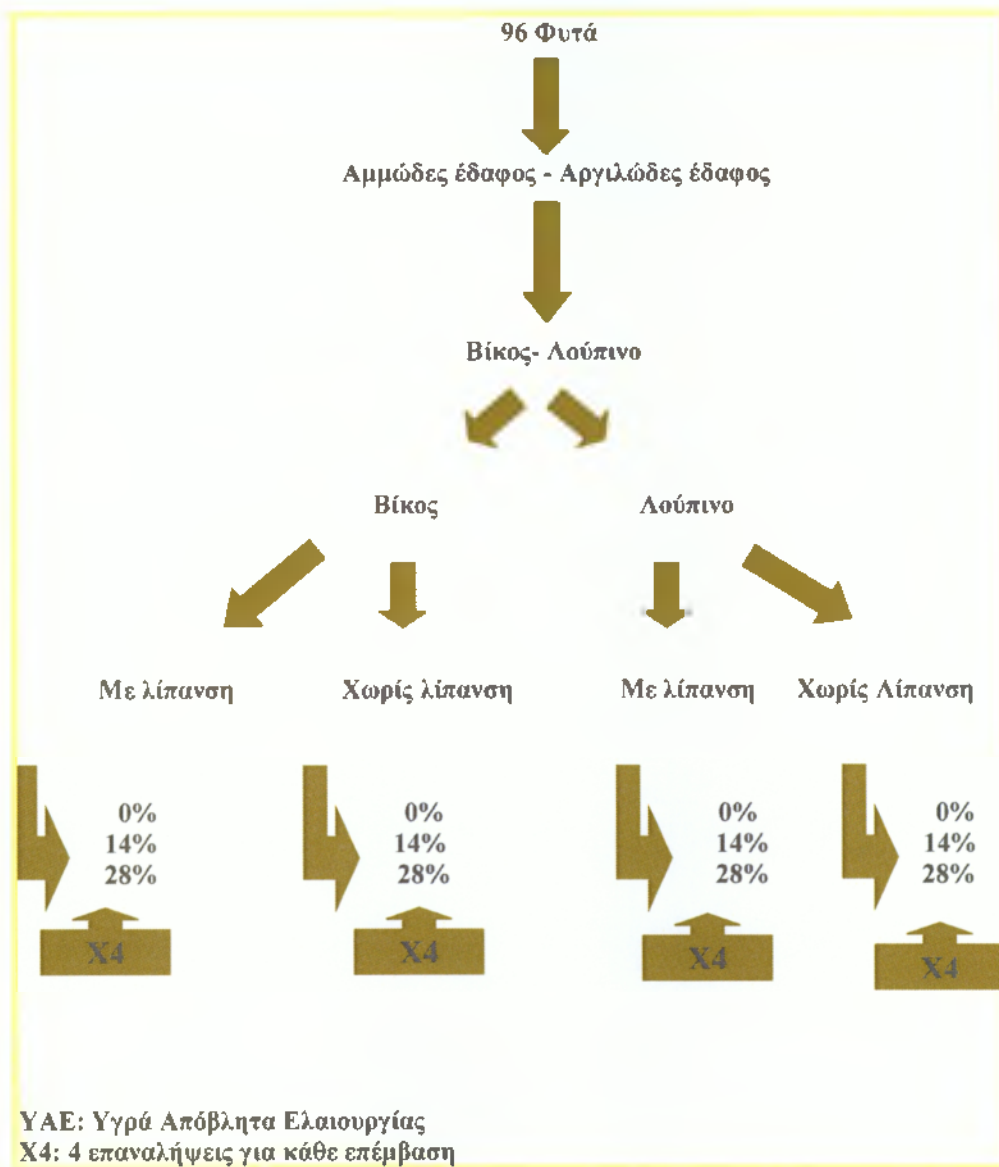
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΠΗΛΟΑΜΜΩΔΕΣ	ΑΜΜΟΠΗΛΩΔΕΣ
Άμμος (%)	86,6	52,3
Λύζ (%)	2,3	30,6
Αργίλος (%)	11,1	17,1
Κλάση	LS	SL
Ph	4,3	6,2
Ισοδύναμο CaCO ₃ (%)	0,0	0,0
Ι.Α.Κ. (meq/100gr εδάφους)	5,7	10,0
Οργανική ουσία (%)	0,27	2,18
Όλικό N (%)	0,035	0,112
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (μmhos/cm)	370	715
P (Olsen) (μg/g εδάφους)	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 ⁺⁺ (meq/100gr εδάφους)	1,296	0,854

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

3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε δοχεία ανάπτυξης και σε όγκο εδάφους 3 λίτρα. 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 192 δοχεία ανάπτυξης, όπου φυτεύτηκαν σπόροι βίκου και λούπινου τα 96 σε έδαφος αμμώδες-πηλώδες και τα υπόλοιπα 96 σε έδαφος αμμώδες-πηλώδες αλλά έχοντας υποστεί 3 μήνες επεξεργασία με ΥΑΕ συγκεντρώσεων 0%-14%-28% στη συνέχεια θα αναφέρονται 1^ο και 2^ο χώμα αντίστοιχα. Από τα οποία 96 δοχεία ανάπτυξης του κάθε φυτού τα 48 δέχτηκαν λίπανση και τα υπόλοιπα 48 δεν δέχτηκαν λίπανση (N & P). Στα 48 δοχεία ανάπτυξης με λίπανση και στα 48 χωρίς λίπανση για το κάθε ένα από τα δύο φυτά, εφαρμόστηκαν 3 διαφορετικές επεμβάσεις που αφορούν την εφαρμογή των ΥΑΕ και οι οποίες ήταν φυτά με συγκέντρωση ΥΑΕ 0%, φυτά με συγκέντρωση ΥΑΕ 14% και τέλος 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 7.



Σχήμα 2: Σχηματική περιγραφή του πειράματος.

Πίνακας 7: Περιγραφή των επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν κατά την διεξαγωγή του πειράματος.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
PS 0%	Βίκος σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 0% ΥΑΕ (4επαν.)
PS 14%	Βίκος σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 14% ΥΑΕ (4επαν.)
PS 28%	Βίκος σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 28% ΥΑΕ (4επαν.)
LS 0%	Λούπινο σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 0% ΥΑΕ (4επαν.)
LS 14%	Λούπινο σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 14% ΥΑΕ (4επαν.)
LS 28%	Λούπινο σε αμμώδες χωρίς λίπανση με 28% ΥΑΕ (4επαν.)
PL 0%	Βίκος σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 0% ΥΑΕ (4επαν.)
PL 14%	Βίκος σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 14% ΥΑΕ (4επαν.)
PL 28%	Βίκος σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 28% ΥΑΕ (4επαν.)
LL 0%	Λούπινο σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 0% ΥΑΕ (4επαν.)
LL 14%	Λούπινο σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 14% ΥΑΕ (4επαν.)
LL 28%	Λούπινο σε αργιλώδες χωρίς λίπανση με 28% ΥΑΕ (4επαν.)
PS+F 0%	Βίκος σε αμμώδες με λίπανση με 0% ΥΑΕ (4επαν.)
PS+F 14%	Βίκος σε αμμώδες με λίπανση με 14% ΥΑΕ (4επαν.)
PS+F 28%	Βίκος σε αμμώδες με λίπανση με 28% ΥΑΕ (4επαν.)
LS+F 0%	Λούπινο σε αμμώδες με λίπανση με 0% ΥΑΕ (4επαν.)
LS+F 14%	Λούπινο σε αμμώδες με λίπανση με 14% ΥΑΕ (4επαν.)
LS+F 28%	Λούπινο σε αμμώδες με λίπανση με 28% ΥΑΕ (4επαν.)
PL+F 0%	Βίκος σε αργιλώδες με λίπανση με 0% ΥΑΕ (4επαν.)
PL+F 14%	Βίκος σε αργιλώδες με λίπανση με 14% ΥΑΕ (4επαν.)
PL+F 28%	Βίκος σε αργιλώδες με λίπανση με 28% ΥΑΕ (4επαν.)
LL+F 0%	Λούπινο σε αργιλώδες με λίπανση με 0% ΥΑΕ (4επαν.)
LL+F 14%	Λούπινο σε αργιλώδες με λίπανση με 14% ΥΑΕ (4επαν.)
LL+F 28%	Λούπινο σε αργιλώδες με λίπανση με 28% ΥΑΕ (4επαν.)

4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Για το ένα μέρος του πειράματος το 1ο χώμα κοσκινίστηκε και απομακρύνθηκαν οι μεγαλύτερες πέτρες, ενώ για το άλλο 2ο αφού απλώθηκε για να στεγνώσει κάθε επέμβαση ξεχωριστά, ανακατεύθηκε για καλύτερη ομογενοποίηση του μείγματος. Ύστερα γεμίστηκαν οι γλάστρες και τοποθετήθηκαν στο θερμοκήπιο το οποίο είχε καλυφθεί με μαύρο πλαστικό για την αποφυγή του φυτρώματος ζιζανίων. Έγινε διαλογή σπόρων βίκου και λούπινου και ακολούθησε η σπορά. Κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος εφαρμοζόταν βοτάνισμα στα δοχεία ανάπτυξης κάθε δεύτερη ημέρα. Απ' την αρχή και για περίπου 2 μήνες η άρδευση γινόταν μόνο με νερό.

5. 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 των φυτών.

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

6. 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 22 Δεκεμβρίου.

7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΒΙΚΟΥ ΚΑΙ ΛΟΥΠΙΝΟΥ

Για την πραγματοποίηση της μέτρησης της ανάπτυξης των φυτών του βίκου και του λούπινου, προσδιορίστηκε ο αριθμός των φυτών που αναπτύχθηκαν καθώς και το βάρος των φυτών (νωπό / ξηρό) για κάθε γλάστρα ξεχωριστά.

Η συλλογή των φυτών βίκου και λούπινου με το πέρας του επιθυμητού χρόνου παραμονής των φυτών στα δοχεία ανάπτυξης και κατόπιν ακολούθησε η διαδικασία ζυγίσματος και ξήρανσης όπως αναφέρεται πιο πάνω.

8. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα εδάφη πριν την διεξαγωγή του πειράματος είναι οι ακόλουθες:

Αναλύσεις Εδαφών

1. pH
2. Ηλεκτρική αγωγιμότητα πάστας
3. Οργανική ουσία
4. Ολικό άζωτο
5. I.A.K.
6. Ανταλλάξιμο Na-K-Ca-Mg
7. Φώσφορος κατά Olsen
8. DTPA-Fe-Mg-Cu-Zn
9. Διαθέσιμο άζωτο αναεροβικής επώασης

8.1 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 4 χώματα που το κάθε ένα είχε 6 διαφορετικές επεμβάσεις, δηλαδή είχαμε 24 διαφορετικά εδάφη.

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

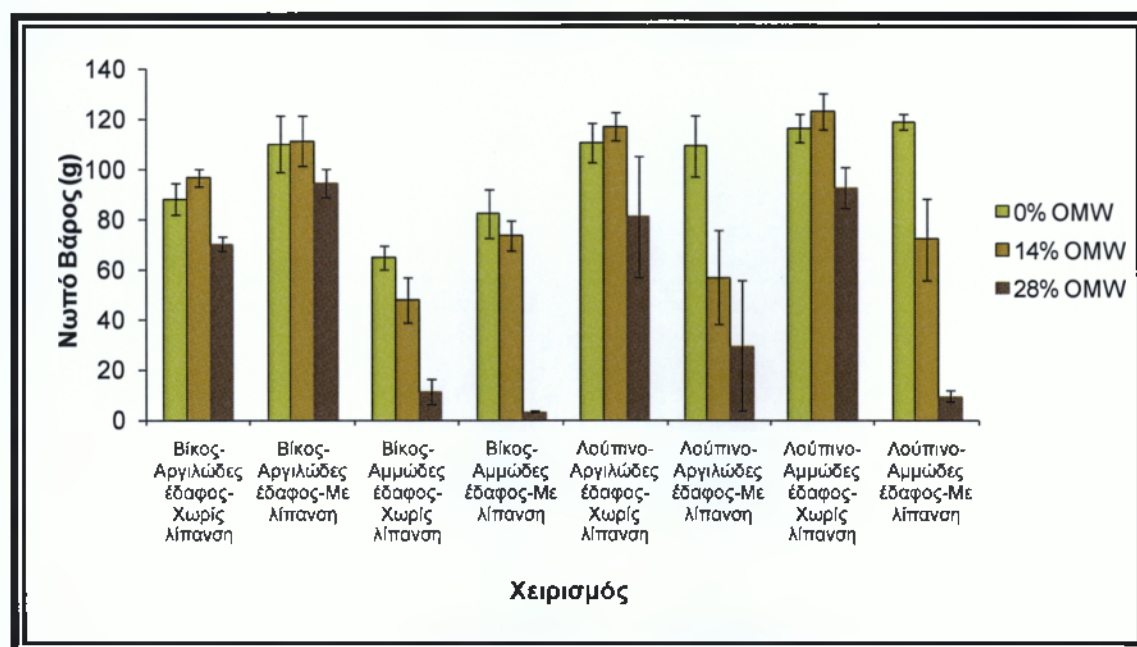
Στη συνέχεια τα εδάφη αυτά λειοτριβείθηκαν και κοσκινίστηκαν με κόσκινο οπών 0,5mm ώστε να φθάσουν στην μορφή που απαιτούν για τις μετρήσεις που θα πραγματοποιηθούν.

Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΒΙΚΟΥ ΚΑΙ ΛΟΥΠΙΝΟΥ ΣΕ ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ ΑΝΑ ΓΛΑΣΤΡΑ

1.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΜΗ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ ΜΕ Υ.Α.Ε.

- Νωπά βάρη φυτών.



Διάγραμμα 1: Νωπά βάρη φυτών βίκου και λούπινου ανά γλάστρα, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, χωρίς λίπανση και με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στα δύο εδάφη, στο μη προκατεργασμένο έδαφος με Υ.Α.Ε. εκφρασμένα σε γραμμάρια.

1.1.1 Παράγοντας δοσολογία Υ.Α.Ε. (0%- 14%- 28%)

Βίκος Αργιλώδες Χωρίς Λίπανση : Στις συγκεντρώσεις 0% και 14% δεν έχουμε διαφορά στην ανάπτυξη των φυτών, μια μικρή αύξηση του βάρους στην συγκέντρωση 14% η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική σε αντίθεση με εκείνη

των 28% όπου έχουμε μείωση του βάρους των φυτών σε σύγκριση με τις άλλες δυο συγκεντρώσεις.

Βίκος Αργιλώδες Με Λίπανση : Δεν παρατηρείται διαφορά στην ανάπτυξη σε καμία απ' τις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. μια μικρή μείωση στην 28% η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Βίκος Αμμώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται μείωση του βάρους των φυτών όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των Υ.Α.Ε. η οποία στατιστικά σημαντική είναι μεταξύ των συγκεντρώσεων 0% - 28% και 14% - 28% και όχι μεταξύ 0% - 14%.

Βίκος Αμμώδες Με Λίπανση : Στις συγκεντρώσεις 0% και 14% δεν έχουμε διαφορά στην ανάπτυξη των φυτών, ενώ στη συγκέντρωση 28% έχουμε μεγάλη μείωση στην ανάπτυξη των φυτών.

Λούπινο Αργιλώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση του βάρους των φυτών στην συγκέντρωση 14% και μείωση στην συγκέντρωση 28% η οποίες δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Λούπινο Αργιλώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται μείωση του βάρους των φυτών όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των Υ.Α.Ε. η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ των συγκεντρώσεων.

Λούπινο Αμμώδες Χωρίς Λίπανση. : Παρατηρείται αύξηση του βάρους των φυτών στην συγκέντρωση 14% και μείωση στην συγκέντρωση 28% η οποίες δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Λούπινο Αμμώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται μείωση του βάρους των φυτών όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των Υ.Α.Ε. η οποία είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ των συγκεντρώσεων.

1.1.2 Παράγοντας διαφορετική λίπανση

Βίκος Αργιλώδες. : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στο έδαφος που εφαρμόστηκε λίπανση και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. με στατιστικά σημαντική βελτίωση στην συγκέντρωση 28%.

Βίκος Αμμώδες : Παρατηρείται αύξηση του βάρους των φυτών στο έδαφος που εφαρμόστηκε λίπανση στις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. 0% και 14% ενώ μείωση στην συγκέντρωση 28%. Σε καμία περίπτωση όμως η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Λούπινο Αργιλώδες : Παρατηρείται μείωση στην ανάπτυξη των φυτών στο έδαφος που εφαρμόστηκε λίπανση και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. με στατιστικά σημαντική εκείνη στην συγκέντρωση 14%.

Λούπινο Αμμώδες : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωση του βάρους των φυτών στο έδαφος που εφαρμόστηκε λίπανση στις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. 14% και 28%

1.1.3. Παράγοντας διαφορετικό έδαφος

Βίκος Χωρίς Λίπανση. : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωση στην ανάπτυξη των φυτών στο αμμώδες έδαφος και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε.

Βίκος Με Λίπανση : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωση του βάρους των φυτών στο αμμώδες έδαφος στις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. 14% και 28%, ενώ στο 0% η μείωση δεν είναι σημαντική.

Λούπινο Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στο αμμώδες έδαφος και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. χωρίς να είναι στατιστικά σημαντική.

Λούπινο Με Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στο αμμώδες έδαφος στη συγκέντρωση 14% ενώ μειώνεται στο 28% χωρίς να είναι στατιστικά σημαντική.

1.1.4. Παράγοντας διαφορετικό φυτό

Αργιλώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών του λούπινου και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. η οποία στατιστικά σημαντική είναι μόνο στη συγκέντρωση 14%.

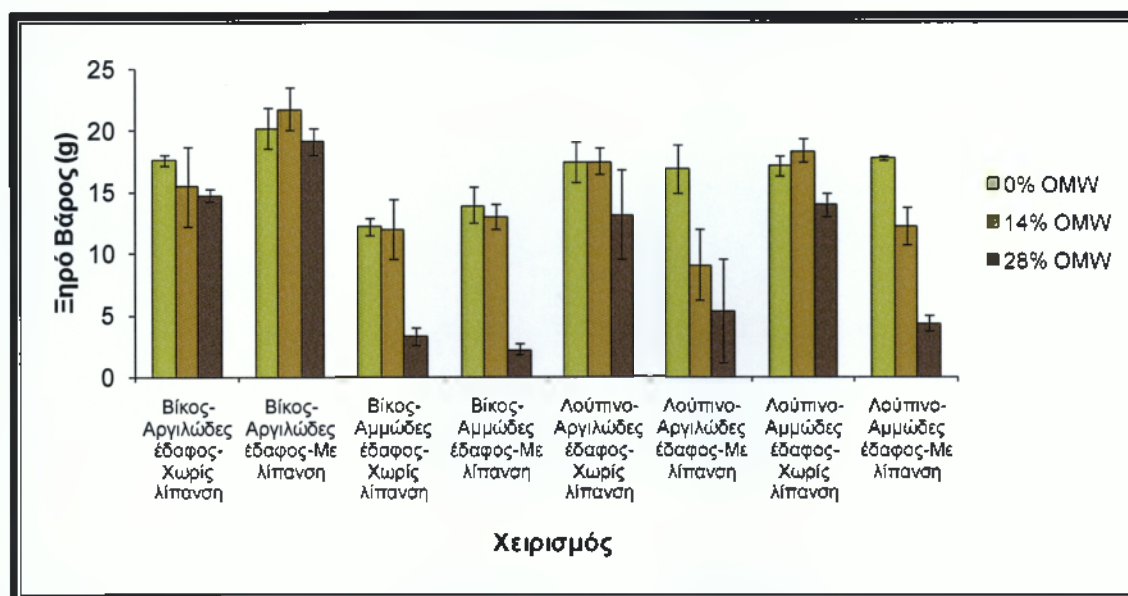
Αργιλώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται μείωση στην ανάπτυξη των φυτών του λούπινου και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. η οποία στατιστικά σημαντική είναι μόνο στη συγκέντρωση 28%.

Αμμώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών του λούπινου και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε..

Αμμώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών του λούπινου στις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. 0% και 28% και μείωση η οποία δεν είναι σημαντική στην συγκέντρωση 14%.

Αντίστοιχα αποτελέσματα μας έδειξαν και τα ξηρά βάρη των φυτών όπως απεικονίζονται παρακάτω (Διάγραμμα 2).

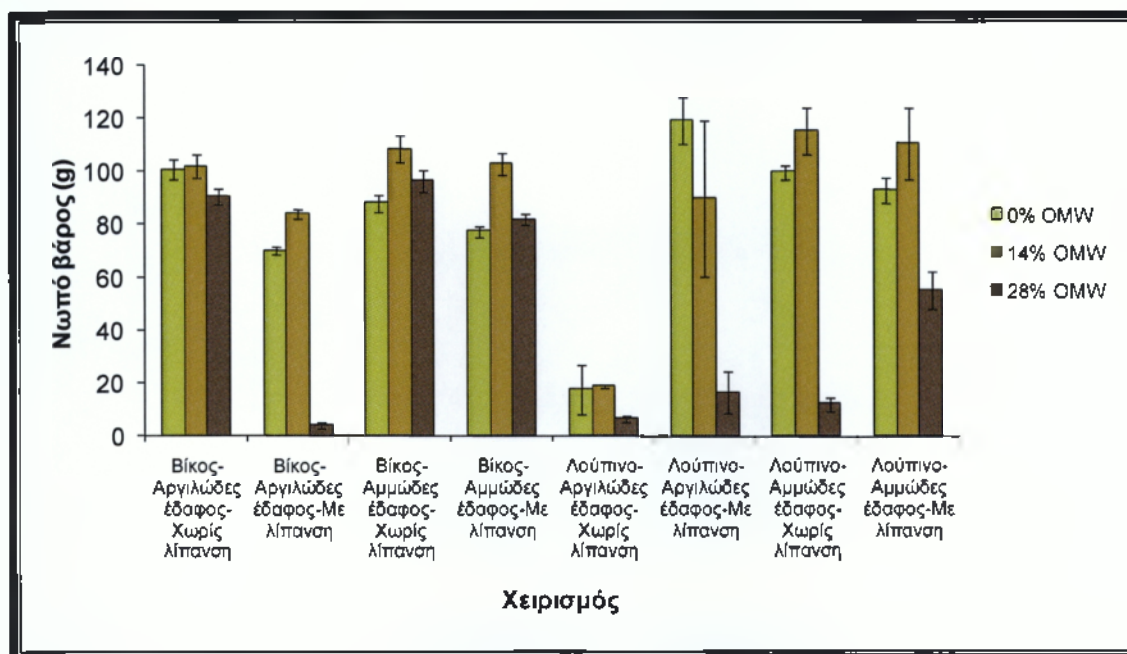
- Ξηρά βάρη φυτών



Διάγραμμα 2: Ξηρά βάρη φυτών βίκου και λούπινου ανά γλάστρα, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, χωρίς λίπανση και με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στα δύο εδάφη, στο μη προκατεργασμένο έδαφος με Υ.Α.Ε. εκφρασμένα σε γραμμάρια.

1.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟ ΕΔΑΦΟΣ ΜΕ Υ.Α.Ε.

- Νωπά βάρη φυτών.



Διάγραμμα 3: Νωπά βάρη φυτών βίκου και λούπινου ανά γλάστρα, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, χωρίς λίπανση και με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στα δύο εδάφη, στο προκατεργασμένο έδαφος με Υ.Α.Ε. εκφρασμένα σε γραμμάρια.

1.2.1 Παράγοντας δοσολογία Υ.Α.Ε. (0%- 14%- 28%)

Βίκος Αργιλώδες Χωρίς Λίπανση : Δεν έχουμε διαφορά στην ανάπτυξη των φυτών, μια μικρή μείωση του βάρους στην συγκέντρωση 28% η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Βίκος Αργιλώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση του βάρους των φυτών στην συγκέντρωση 14% η οποία είναι στατιστικά σημαντική.

Βίκος Αμμώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση του βάρους των φυτών στις συγκεντρώσεις 14% και 28% ωστόσο στατιστικά σημαντική είναι μόνο μεταξύ των συγκεντρώσεων 0% - 14% και όχι μεταξύ 0% - 28%.

Βίκος Αμμώδες Με Λίπανση : Στις συγκεντρώσεις 0% και 28% δεν έχουμε διαφορά στην ανάπτυξη των φυτών, ενώ στη συγκέντρωση 14% έχουμε στατιστικά σημαντική αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών.

Λούπινο Αργιλώδες Χωρίς Λίπανση : Δεν παρατηρείται διαφορά στην ανάπτυξη των φυτών μεταξύ των συγκεντρώσεων, μια μικρή μείωση στην συγκέντρωση 28% η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Λούπινο Αργιλώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται μείωση του βάρους των φυτών όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των Υ.Α.Ε. η οποία στατιστικά σημαντική είναι μόνο μεταξύ των συγκεντρώσεων 0% - 28% και όχι μεταξύ 0% - 14% και 14% - 28% αντίστοιχα.

Λούπινο Αμμώδες Χωρίς Λίπανση : Στις συγκεντρώσεις 0% και 14% δεν έχουμε διαφορά στην ανάπτυξη των φυτών, ενώ στη συγκέντρωση 28% έχουμε στατιστικά σημαντική μείωση.

Λούπινο Αμμώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται μείωση του βάρους των φυτών στη συγκέντρωση 28% η οποία είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ των άλλων συγκεντρώσεων.

1.2.2 Παράγοντας διαφορετική λίπανση

Βίκος Αργιλώδες : Παρατηρείται μείωση στην ανάπτυξη των φυτών στο έδαφος που εφαρμόστηκε λίπανση και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. η οποία είναι στατιστικά σημαντική και στις τρεις συγκεντρώσεις.

Βίκος Αμμώδες : Παρατηρείται ελαφρά μείωση του βάρους των φυτών στο έδαφος που εφαρμόστηκε λίπανση η οποία στατιστικά σημαντική είναι μόνο στις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. 0% και 28%.

Λούπινο Αργιλώδες : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στο έδαφος που εφαρμόστηκε λίπανση και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. με στατιστικά σημαντική στις συγκεντρώσεις 0% και 14%.

Λούπινο Αμμώδες : Παρατηρείται μείωση του βάρους των φυτών στο έδαφος που εφαρμόστηκε λίπανση στις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. 0% και 14% ενώ στατιστικά σημαντική αύξηση στην συγκέντρωση 28%.

1.2.3. Παράγοντας διαφορετικό έδαφος

Βίκος Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται μικρή αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στο αμμώδες έδαφος στις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. 0% και 28% η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Βίκος Με Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση του βάρους των φυτών όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των Υ.Α.Ε. στο αμμώδες έδαφος η οποία είναι και στατιστικά σημαντική σε όλες τις συγκεντρώσεις.

Λούπινο Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στο αμμώδες έδαφος και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. η οποία στατιστικά σημαντική είναι στις συγκεντρώσεις 0% και 14%.

Λούπινο Με Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στο αμμώδες έδαφος στη συγκέντρωση 28% η οποία είναι στατιστικά σημαντική.

1.2.4. Παράγοντας διαφορετικό φυτό

Αργιλώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωση στην ανάπτυξη των φυτών του λούπινου και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε..

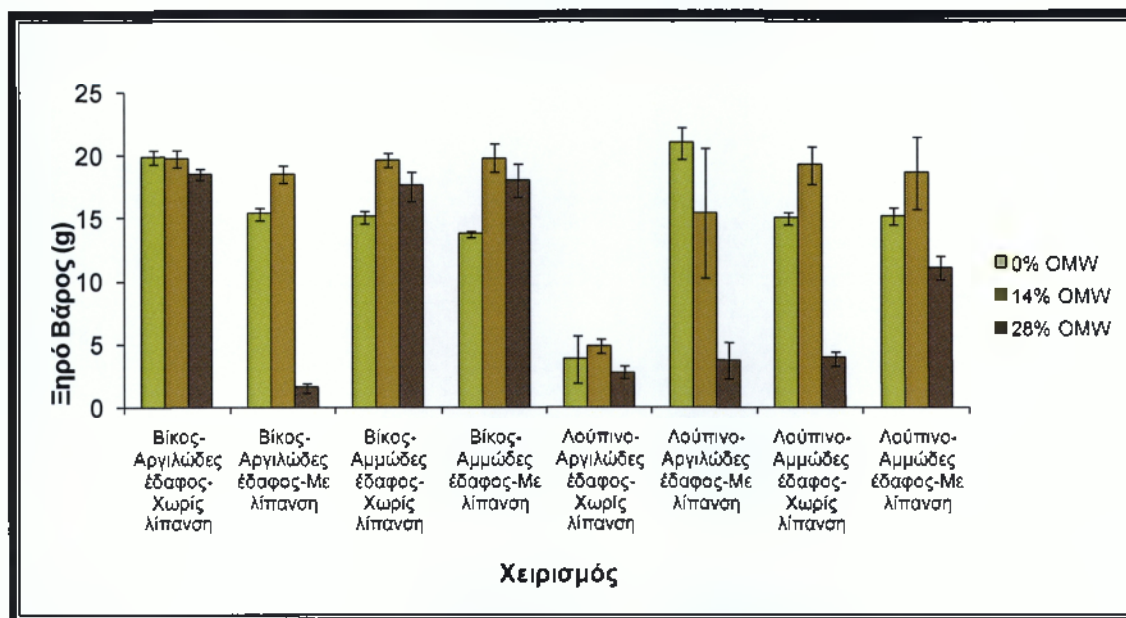
Αργιλώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών του λούπινου και στις τρεις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. η οποία στατιστικά σημαντική είναι μόνο στη συγκέντρωση 0%.

Αμμώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών του λούπινου στην συγκέντρωση 0% και μείωση στην 28% όπου και στις δύο συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

Αμμώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών του λούπινου στην συγκέντρωση 0% και μείωση στην 28% όπου και στις δύο συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

Αντίστοιχα αποτελέσματα μας έδειξαν και τα ξηρά βάρη των φυτών όπως απεικονίζονται παρακάτω (Διάγραμμα 2).

- **Ξηρά βάρη φυτών**



Διάγραμμα 4: Ξηρά βάρη φυτών βίκου και λούπινου ανά γλάστρα, στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις ΥΑΕ, χωρίς λίπανση και με λίπανση, που αναπτύχθηκαν στα δύο εδάφη, στο προκατεργασμένο έδαφος με Υ.Α.Ε. εκφρασμένα σε γραμμάρια.

1.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΟΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΜΗ, ΕΔΑΦΟΣ ΜΕ Υ.Α.Ε.

Βίκος Αργιλώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται μείωση στην ανάπτυξη των φυτών στο μη προκατεργασμένο έδαφος, η οποία στατιστικά σημαντική είναι μόνο στη συγκέντρωση 28%.

Βίκος Αργιλώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική αύξηση του βάρους των φυτών σε όλες τις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. στο μη προκατεργασμένο έδαφος.

Βίκος Αμμώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωση του βάρους των φυτών στο μη προκατεργασμένο έδαφος σε όλες τις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε..

Βίκος Αμμώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται μείωση στην ανάπτυξη των φυτών στο μη προκατεργασμένο έδαφος στις συγκεντρώσεις 14% και 28% όπου έχουμε στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ στη συγκέντρωση 0% η αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών δεν είναι σημαντική.

Λούπινο Αργιλώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται στατιστικά σημαντική αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών στο μη προκατεργασμένο έδαφος σε όλες τις συγκεντρώσεις.

Λούπινο Αργιλώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται μείωση του βάρους των φυτών σε όλες τις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. στο μη προκατεργασμένο έδαφος η οποία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Λούπινο Αμμώδες Χωρίς Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση του βάρους των φυτών σε όλες τις συγκεντρώσεις Υ.Α.Ε. στο μη προκατεργασμένο έδαφος όμως στατιστικά σημαντική διαφορά υπάρχει στις συγκεντρώσεις 0% και 28%.

Λούπινο Αμμώδες Με Λίπανση : Παρατηρείται αύξηση του βάρους των φυτών στη συγκέντρωση 0% στο μη προκατεργασμένο έδαφος, η οποία είναι και στατιστικά σημαντική ενώ η μείωση του βάρους των φυτών στις άλλες συγκεντρώσεις στατιστικά σημαντική είναι μόνο στην συγκέντρωση 28%.

Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις η εφαρμογή Υ.Α.Ε. σε συγκέντρωση 28% δημιούργησε προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών προφανώς λόγω τοξικότητας του υλικού, ανεξάρτητα από τον τύπο εδάφους ή την εφαρμογή ή όχι χημικής λίπανσης.

Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν έχουμε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη των φυτών μεταξύ του μάρτυρα και της εφαρμογής 14% Υ.Α.Ε. ανεξάρτητα από τον τύπο εδάφους ή την εφαρμογή ή όχι χημικής λίπανσης. Γεγονός που δείχνει ότι κατά την περίοδο του πειράματος δεν εμφανίστηκαν σοβαρά προβλήματα τοξικότητας σε αυτή την δοσολογία.

Στα προκατεργασμένα εδάφη με Υ.Α.Ε. έχουμε σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις καλύτερες αποδόσεις στην εφαρμογή 14% Υ.Α.Ε. ενώ προφανώς λόγω ισχυρής τοξικότητας εμφανίζεται μεγάλη μείωση της παραγωγής στην δοσολογία 28% σε Υ.Α.Ε..

Τέλος ο βίκος στις περισσότερες περιπτώσεις εμφανίζει σημαντικότερη ανθεκτικότητα ακόμη και στην υψηλή συγκέντρωση Υ.Α.Ε.28% σε σχέση με το λούπινο.

Καταλήγοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι σε γεωργικά εδάφη διαφόρων τύπων, από αμμώδη μέχρι αργιλώδη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα Υ.Α.Ε. σε συνδυασμό με αζωτοδεσμευτικά, χειμερινά ψυχανθή για εμπλουτισμό τους με θρεπτικά στοιχεία. Η εναλλακτική αυτή λύση για αντικατάσταση της χημικής λίπανσης θα μπορούσε να τύχει ευρείας εφαρμογής σε βιολογικές και όχι μόνο καλλιέργειες.

ΣΤ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Angelis, G., Iconomou, D., Christou, M., Bokas, M., Kotzailias, S., Christou, G., Tsagou, V., Papaniikolaou, S. (2003). Phenolic removal in a model olive oil mill wastewater using *Pleurotus ostreatus* in bioreactor cultures and biological evaluation of the progress *Water Research* **37**, 3897-3904.
- Balice, V., Boari, G., Cera, O. and Abbaticchio, (1982). Indagine analitica sulle acque di vegetazione. *Inquinamento* **8**, 49-53.
- 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 species. *Agr. Met.*, 123:273-280.
- Borja, R., and Gonzalez, A. (1994). Comparison of anaerobic filter and anaerobic contact process for olive oil mill wastewater previously fermented with *Geotrichum candidum*. *Process Biochemistry* **29**, 139-144.
- Borja, R., Martin, A., Gomez, L.F. and Ramos-Comnezana, A., (1993). Anaerobic digestion of olive mill wastewater pre-treated with *Azotobacter chroococcum*. *Resources, Conservation and Recycling* **9**, 201-211.
- 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.
- Chatjipavlidis, I., Antonakou, D., Demou, D., Flouri, F. and Balis, C. (1996). Bio-fertilization of olive oil mills liquid wastes. The pilot plan in Messinia, Greece. *International Biodeterioration and Biodegradation* **38** 183-187.

- 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 1. inquinamento 20, 81-87.
- Dias, A. A., Bezerra, R. M. And Pereira, A. N. (2004). Activity and elution profile of laccase during biological decolorization and dephenolization of olive mill wastewater. Bioresource Technology 92, 7-13.
- 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 Ursinos, J. A. (1977). Depuracion de aguas residuals en las industriasde aceitunas y aceites de olive. Grasas y Aceites 28, 113-121.
- Fiestas, J. A. (1981). Differentes utilisations des margines. In: Proceedings of Se minaire Inernational sur la Valorisation des Sous-Produits de l'Olivier, pp. 93-100. Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Tunisie.
- Flouri, F., Sotirchos, D., Ioannidou, S. and Balis, C. (1996). Decolorization of olive oil mill liquid wastes by chemical and biological means. International Biodeterioration and Biodegradation 38, 189-192.
- Fooks, R. (1995). Το βιβλίο της ελιάς. Εκδόσεις Ψύχαλου.
- Hamdi, M. (1993). Future prospects and constrains of olive oil mill wasterwaters use and treatment: a review. Bioprocess Engineering 8, 209-214.

- Herrera Gomez, C. (1975). Mechanical properties of ground olive pastes. In Olive Oil Technology. Moreno Martinez, J.M., Editor. FAO, Rome.
- Kopsidas, G. C. (1992). Wastewater from the preparation of table olives. Water Resource 26, 629-631.
- Lo Scalzo, R. And Scarpati, M. L. (1993). A new secoiridoit from olive wastewaters. Journal of Nature Products 56, 621-623.
- Mendia, L., Carbone, P. and Mendia, M. (1986). Treatment of olive oil wastewaters. Wat. Sci. Tech. Vol 18. Split, 125-136.
- Mendoza Alba, J., (1975). Milling-Malaxation. In Olive Oil Technology. Moreno Martinez, J.M., Editor. FAO, Rome.
- Moreno, E., Perez, J., Ramos-Cormenzana, A. And Martinez, J. (1987) Antimicrobial effect of waste water from olive oil extraction plants selecting soil bacteria after incubation with diluted waste, *Microbios* 51, 169-174.
- 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.
- Ntougias, S., Ehaliotis, C., Zervakis, G. I., Katsaris, P. and Papadopoulou, K. (2003). Monitoring the composting process of different agricultural wastes and evaluation of the effects of the final products on plants, pp. 666-673. In: Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology. (T. D. Lekkas, ed.), University of the Aegean and Global NEST, Lemnos, Greece.
- Nunes J. M., Pereira, S., Albardeiro, A., Silva, C., Lopez-Pineiro, A. and Pintado, C., (2001). Potentialities of olive mill waste utilization as organic fertilizer for Mediterranean regions soils. *Revista de Ciencias Agrarias* 24, 166-175.

- Pagliai, M. (1996). Effete della somministrazione di acque reflue di frantoi oleari sulle caratteristiche fisiche del suolo. Seminario internazionale sutura dei sottoprodotti dell'industria olearia. Lecce, 8-9 marzo.
- Paredes, M.J., Moreno, E., Ramoss-Cormenzana, A. and Martinez, J. (1987). Characteristics of soil after pollution with wastewaters from olive oil extraction plants. *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.
- Ragazzi, E. and Veronesse, G. (1967). Ricerche sui constituent idrosolubili delle olive. *Annual Chimie* 57, 1398-1413.
- Rozzi, A., Sentori, M. and Spinoza, L. (1984). In: *Anaerobic digestion in Italy with special references to treatment of olive oil mill wastes*, pp. 96-103. EEC, Athens, Greece.
- Suarez, Martinez, J. M. (1975). Preliminary operations. In *Olive Oil Technology*. Moreno Martinez, J.M., Editor. FAO, Rome.
- 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., (1990). The fertilizing value of waste waters from olive processing industry. In "humns, its structure and role in agriculture and environment", Ed. J. Kubat. Instituto di Radiobiochimica ed Ecologicologia. Roma p. 117-124.

- 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 considerer en el empleo del ‘alpechin’ como fertilizante. II. Ensayos en macetas. An. Edaph. & Agrob., 39:1379.
- Tuncel, G. and Nergiz, C. (1993). Antimicrobial effects of some olive phenols in a laboratory medium. Letters in Applied Microbiology 17, 300-302.
- Wilson, G.B., Parr, J.F., Taylor, J.M. and Sikora L.J. (1982). Biocycle, 23, 37.
- Zervakis, G., Yatras, P. and Balis, C. (1996). Edible mushrooms from olive mill wastes. International Bioreterioration and Biodegradation 38, 237-243.
- Ανων. (2000). “Ετήσια Λίστα Ελαιοτριβείων σε Λειτουργία στην Ελλάδα”, Υπουργείο Γεωργικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.
- 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
- Μπαλατσούρας Γ.Δ. (1986). Το ελαιόλαδο. Α’ & Β’ Τόμος. Αθήνα.
- Μιχελάκης και Κουτσαντάκης. (1989). Παραπροϊόντα της βιομηχανίας ελαιόλαδου.

- Οιχαλιώτης, Κ. (2002). Παραδώσεις 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.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ., (2005). Ειδ. Γεωργία τεύχος β', Ψυχανθή (Καρποδοτικά-Χορτοδοτικά), Θεσσαλονίκη.
- Ποντίκης, Κ., (2000). Ειδική δενδροκομία. Τόμος 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.