

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕ. ΚΑ.

**Η ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΤΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ
ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ**

Πτυχιακή εργασία της σπουδάστριας Αθανασίας Τζαβέλλα
Επιβλέπων καθηγητής κος Αναστάσιος Κώτσιρας

Καλαμάτα 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	σελ. 1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
1.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	σελ. 8
1.1.1 Η καλλιέργεια της ελιάς και η παραγωγή υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων.	σελ. 8
1.1.2 Γενικά στοιχεία για τα ελαιοτριβεία στη χώρα μας	σελ. 10
1.2 Επεξεργασία ελαιοκάρπου και παραγόμενα απόβλητα	σελ. 14
1.2.1 Παραγωγή και σύσταση αποβλήτων	σελ. 14
1.2.2 Η παραγωγική διαδικασία στα ελαιοτριβεία	σελ. 17
1.2.3 Τύποι ελαιουργείων – Υποπροϊόντα ελαιουργίας	σελ. 19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
2.1 ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
2.1.1 Τα υγρά απόβλητα (λιοζούμια , κατσίγαρος)	σελ. 23
2.1.2 Νομοθετικό πλαίσιο για τα ελαιοτριβεία	σελ. 24
2.1.3 Απόβλητα ελαιουργείων και ρύπανση	σελ. 27
2.1.4 Ρυπαντική ικανότητα των αποβλήτων	σελ. 31
2.1.5 Διαχείριση αποβλήτων	σελ. 32
2.1.6 Διαχείριση στερεών αποβλήτων	σελ. 32
2.1.7 Μηχανική επεξεργασία	σελ. 33
2.1.8 Βιολογική επεξεργασία	σελ. 33
2.1.9 Θερμική επεξεργασία	σελ. 33
2.2 Διαχείριση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων	σελ. 37
2.2.1 Απόρριψη αποβλήτων σε δεξαμενές ή τεχνητές λίμνες	σελ. 39
2.2.2 Αερόβια επεξεργασία	σελ. 39
2.2.3 Φυσικοχημικός καθαρισμός	σελ. 40
2.2.4 Θερμική συμπύκνωση	σελ. 40
2.2.5 Αερόβιος βιολογικός καθαρισμός	σελ. 40
2.2.6 Τεχνητή εξάτμιση	σελ. 41
2.3 Χρήσεις των Υ. Α. Ε	σελ. 41

2.3.1 Εφαρμογή στο έδαφος	σελ. 41
2.3.2 Ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων για την επίτευξη μονοκυτταρικών πρωτεϊνών	σελ. 41
2.3.3 Βιομεθανοποίηση ή αναερόβιος βιολογικός καθαρισμός	σελ. 42
2.3.4 Παραγωγή αντιοξειδωτικών ουσιών	σελ. 43
2.3.5 Παραγωγή πρώτων υλών	σελ. 43
2.3.6 Παραγωγή βιοτασενεργών ουσιών	σελ. 43
2.3.7 Εναντίον φυτικών ασθeneιών	σελ. 43
2.3.8 Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών	σελ. 44
2.3.9 Λίπανση – άρδευση	σελ. 44
2.4 Νέες προοπτικές	σελ. 45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ	σελ. 47
3.1 Γενικά περί της βιολιπασματοποίησης των υγρών αποβλήτων	σελ. 47
3.2 Επίδρασεις του κασιόγαρου όταν εφαρμόζεται στο έδαφος	σελ. 48
3.2.1 Αζωτοδεσμευτική βιολιπασματοποίηση	σελ. 48
3.2.2 Επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους	σελ. 51
3.2.3 Επίδραση στη σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων	σελ. 52
3.2.4 Επίδραση στους εδαφικούς φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς	σελ. 53
3.3 Μονάδες βιολιπασματοποίησης	σελ. 53
3.3.1 Αρχή λειτουργίας μονάδας βιολιπασματοποίησης	σελ. 53
3.3.2 Περιγραφή της μεθόδου	σελ. 54
3.3.3 Προϊόν – Χρήσεις	σελ. 60
3.3.4 Πειραματική εφαρμογή	σελ. 61
3.4 Παραγωγή φυτοχώματος από στερεά και υγρά απόβλητα ελαιουργείων	σελ. 65
3.4.1 Κομποστοποίηση	σελ. 65
3.4.2 Συγκομποστοποίηση	σελ. 66
3.4.3 Compost φύλλων ελιάς	σελ. 70
3.4.4 Αντιμετώπιση του περονόσπορου της πατάτας με εκχύλισμα λιόχουμου	σελ. 71

4.1 Συμπεράσματα – Προτάσεις – Προοπτική

σελ. 72

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

σελ. 77

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στις μέρες μας τα απόβλητα των ελαιοτριβείων που προκύπτουν κατά την παραγωγή του ελαιολάδου, δεδομένης και της εντεινόμενης απαίτησης τόσο των θεσμών όσο και των πολιτών για την προστασία του περιβάλλοντος, αναδεικνύονται σε ένα από τα κυρίαρχα περιβαλλοντικά προβλήματα ιδιαίτερα στη περιοχή της Μεσογείου. Η περιβαλλοντική υποβάθμιση των τελευταίων δεκαετιών είχε ως αποτέλεσμα να αναπτυχθούν σε διεθνές εθνικό επίπεδο μηχανισμοί και εργαλεία άσκησης πολιτικής που στοχεύουν στην ενίσχυση ενός καινούργιου τρόπου οικονομικής ανάπτυξης σε αρμονία με τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος.

Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά για τη καλλιέργεια της ελιάς και για τα απόβλητα που προκύπτουν από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου. Αναφέρονται οι τύποι ελαιοτριβείων που υπάρχουν στην περιοχή μας και η διαδικασία που ακολουθούν για την παραγωγή ελαιολάδου. Επίσης παρατίθεται η σημαντικότερη ελληνική νομοθεσία που έχει θεσπίσει το κράτος και αφορά τα ελαιοτριβεία.

Με την παραγωγή του ελαιολάδου υπάρχει παράλληλα και ένα σημαντικό πρόβλημα για το περιβάλλον που είναι ο αρκετά μεγάλος όγκος από υγρά κυρίως και στερεά απόβλητα για τα οποία γίνεται αναφορά στους τρόπους διαχείρισής τους που έχουν μελετηθεί κατά καιρούς.

Σημαντικό μέρος για την ορθή διαχείριση των υγρών αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία είναι η προσπάθεια βιολιπασματοποίησής τους, για την εφαρμογή της οποίας περιγράφονται οι αρχές λειτουργίας μιας τέτοιας μονάδας στην οποία βασικό μέλημα είναι η μετατροπή των υγρών αποβλήτων σε εδαφοβελτιωτικό και η χρήση του σε καλλιέργειες.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σήμερα το 98% των καλλιεργούμενων ελαιοδέντρων βρίσκεται συγκεντρωμένο στην περιοχή της Μεσογείου. Η Ευρώπη παράγει το 78-80% του ελαιολάδου, και η λεκάνη της Μεσογείου το 98,5-99% των ελαιοκομικών προϊόντων.

Από την αρχαιότητα το δέντρο της ελιάς αποτελεί ανεκτίμητο κόσμημα του Μεσογειακού τοπίου, είναι βασικός συντελεστής οικονομικής ανάπτυξης και τα προϊόντα του, το λάδι και οι ελιές συνιστούν κύρια συστατικά της διατροφής όλων των μεσογειακών λαών.

Κατά την μεταπολεμική περίοδο η συνεχώς αυξανόμενη οικονομική σημασία του ελαιολάδου και των βρώσιμων ελιών οδήγησε στην εντατικοποίηση της καλλιέργειας της ελιάς και την υιοθέτηση σύγχρονων καλλιεργητικών συστημάτων εκμετάλλευσης. Οι εξελίξεις αυτές είχαν σαν συνέπεια να αυξηθεί η χρήση των χημικών λιπασμάτων και βιοκτόνων από τη μια μεριά, ενώ από την άλλη, να εισαχθούν υψηλής δυναμικότητας και πιο αποδοτικά ελαιουργικά συγκροτήματα επεξεργασίας. Στα αρνητικά του σύγχρονου μοντέλου εκμετάλλευσης που διαμορφώθηκε μεταπολεμικά, πρέπει να υπολογιστεί και η επιβάρυνση του οικοσυστήματος τόσο από την υπέρμετρη χρήση χημικών ουσιών, όσο και από την ανεξέλεγκτη διάθεση στο περιβάλλον των υψηλού ρυπαντικού φορτίου ελαιουργικών αποβλήτων.

Οι όγκοι των αποβλήτων, που παράγονται από τα σύγχρονα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία, είναι τόσο μεγάλοι που καθιστούν την διαχείρισή τους προβληματική. Αλλά, και το ρυπαντικό τους φορτίο υπερβαίνει κατά κανόνα την αφομοιωτική ικανότητα των φυσικών αποδεκτών.

Ο κλάδος της γεωργίας που ασχολείται με τον καρπό της ελιάς και την παραγωγή του ελαιολάδου αποτελεί σημαντικό γεωργικό τομέα στην Ευρώπη. Περισσότερο από 82% του ελαιολάδου παράγεται από μικρές επιχειρήσεις οικογενειακής μορφής ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου και αντιστοιχεί σε 2.282.650 τόνους ελαιολάδου (κατά τα έτη 2003 2004).

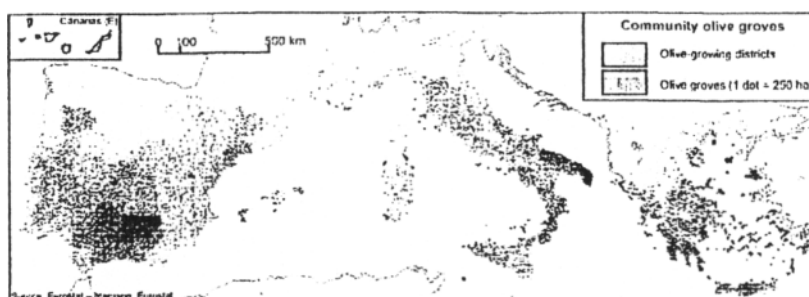
Από τις ποσότητες που παράγονται και επεξεργάζονται, προκύπτει ότι η βιομηχανία της ελιάς και του ελαιολάδου έχει ιδιαίτερη σημασία για την οικονομία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και αποτελεί ένα από τους κύριους τομείς απασχόλησης στον ευρύτερο τομέα των τροφίμων προσφέροντας εργασία σε περισσότερο από 800.000 άτομα εντός ΕΕ. Το 90% των μεταποιητικών μονάδων του

κλάδου ανήκει στην κατηγορία των Μικρομεσαίων επιχειρήσεων (ΜΜΕ)². Η εικόνα 1 παρουσιάζει τους κοινοτικούς ελαιώνες κατά τα έτη 1999 – 2000

Έκταση Δενδρωδών καλλιεργειών στη χώρα μας

Καλλιέργειες	Έκταση
Ελιά	6.908.011 στρεμ
Δενδρώδεις	9.097.440 στρεμ.

Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία τευχ. 3^ο '95 70-76 σελ.



Εικόνα 1: Κοινοτικοί Ελαιώνες (1999/2000)³

Τα απόβλητα της επεξεργασίας της ελιάς ανέρχονται σε 30 εκατομμύρια m³ ετησίως^{4 5}, από τα οποία το 40 % είναι στερεά και το 60 % υγρά.

Παρ' όλες τις προσπάθειες που έχουν καταβληθεί τα τελευταία 50 έτη, τα απόβλητα των ελαιοτριβείων εξακολουθούν να αποτελούν και στις μέρες μας ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα λόγω του ότι καμία ικανοποιητική λύση δεν έχει ακόμα βρεθεί που είναι τεχνικά εφικτή, οικονομικά βιώσιμη και κοινωνικά αποδεκτή

Περιγραφή του έργου RES-HUI

Η Αναπτυξιακή Νομού Αργολίδας, στο πλαίσιο του προγράμματος INTERREG IIC ECOSIND, υλοποίησε σε συνεργασία με το DIPARTIMENTO DI ENERGETICA, Πανεπιστήμιο Φλωρεντίας (Τοσκάνη, Ιταλία) και τον Σύνδεσμο

² <http://www.fao.org> (15/06/2006)

³ http://www.eds-destatis.de/downloads/sif_03_38.pdf (15/06/2006)

⁴ <http://oliveoilsource.com> (15/06/2006)

⁵ Mulinacci, N. et. Al. (2001): Polyphenolic content in Olive Oil Waste Waters and Related Olive samples, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (2001) 49:1005-1009

FEDERACIO DE SOCIETATS LABORALS DE CATALUNYA, (Καταλονία, Ισπανία), το υποέργο με τον διακριτικό τίτλο RES-HUI (Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιοτριβείων).

Στόχος του προγράμματος, μεταξύ άλλων, ήταν να ενισχύσει και να ενθαρρύνει τις τοπικές μικρομεσαίες επιχειρήσεις του κλάδου, παρέχοντας ενημέρωση και τεχνική στήριξη, ώστε να υιοθετήσουν κάποιες καλές πρακτικές και να αναλάβουν δράσεις για την προστασία του περιβάλλοντος. Επομένως αυτός ο "Οδηγός Διαχείρισης Αποβλήτων" δημιουργήθηκε αναμένοντας συγκεκριμένα αποτελέσματα που έχουν σχέση με τη διερεύνηση των βασικών αξόνων επιχειρηματικής κουλτούρας ως προς το περιβάλλον αφενός, αλλά και την ανακύκλωση και διαχείριση των αποβλήτων αφετέρου. Παράλληλα είναι επιτακτική η ανάγκη εντοπισμού διαδικασιών που επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να ανταποκρίνονται σε σχετικές νομοθετικές απαιτήσεις, αναγνωρίζοντας τις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες προκύπτουν από τις διάφορες παραγωγικές τους διαδικασίες.

Πιστεύοντας στην αναγνώριση της σημασίας του προγράμματος ECOSIND RES-HUI για τις επιχειρήσεις του Νομού μας που ασχολούνται με την ελιά, ενόψει μάλιστα και των νέων τάσεων που αναδύονται για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις θέλουμε να ελπίζουμε ότι θα καταφέρουμε να ενθαρρύνουμε τις τοπικές μικρομεσαίες επιχειρήσεις παρέχοντας ενημέρωση και τεχνική στήριξη, ώστε να υιοθετήσουν συστήματα διαχείρισης αποβλήτων ελαιοτριβείων και να συμβάλλουν ενεργά στην προστασία και ανάδειξη του περιβάλλοντος ώστε να αποτελέσει πηγή ζωής για όλους στην περιοχή μας.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω ο κύριος στόχος αυτού του προγράμματος ήταν:

- Η αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογιών και ο ορισμός των περιβαλλοντικών κριτηρίων για την επαναχρησιμοποίηση και /ή την απομάκρυνση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων γενικότερα και των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων και των υγρών αποβλήτων ειδικότερα, ενδεχομένως επηρεάζοντας την ανάπτυξη των περιφερειών,
- Η εξεύρεση των δυνατοτήτων εφαρμογής και υιοθέτησης των τεχνολογιών που αναπτύσσονται, για μια πιο στενή διερεύνηση σε σχέση με τον προσδιορισμό και αξιολόγηση νέων ερευνητικών αναγκών και προβλημάτων,

ώστε να καθοριστεί η εφαρμογή λύσεων στη βιομηχανία ελαιολάδου.

Στοιχεία ελαιοκαλλιέργειας Ν. Αργολίδας

Στην περιοχή της Πελοποννήσου υπάρχει μεγάλη παραγωγή ελαιολάδου, Πολυάριθμες μικρομεσαίες επιχειρήσεις ασχολούνται με την επεξεργασία και την παραγωγή του ελαιολάδου. Η Αναπτυξιακή Αργολίδας αναγνώρισε το πρόβλημα που αφορά την πλειοψηφία των παραγωγών και αναγνώρισε την ανάγκη για την εύρεση μιας εφικτής λύσης στη διαχείριση και τη διάθεση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων.

Μετά από μια προκαταρκτική έρευνα βρέθηκε ότι:

Ο αριθμός των επιχειρήσεων ανά έτος εκτείνεται μεταξύ 75 και 85 ελαιοτριβεία στον Νομό Αργολίδας. Η χαμηλότερη δηλωμένη παραγωγή για την τελευταία δεκαετία έφθασε σε 7.000 τόνους κατά τη διάρκεια 2003 -2004. Η μέση παραγωγή υπολογίζεται μεταξύ 9.000-10.000 τόνους ανά έτος και η μέγιστη παραγωγή εκτιμάται σε 15.000 τόνοι ανά έτος.

Λόγω των νέων φυτειών που έγιναν κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών στο Νομό Αργολίδας, αναμένεται ότι η παραγωγή στην επόμενη δεκαετία θα σταθεροποιηθεί σε έναν μέσο όρο 15000 τόνοι ανά έτος.

Τα παραχθέντα υγρά απόβλητα από 15.000 τόνους ελαιολάδου υπολογίζονται περίπου σε 75.000 κυβικά ανά έτος.

Τα υπολείμματα και τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων θεωρούνται γενικά ως περιβαλλοντικά ενοχλητικά παραπροϊόντα της βιομηχανίας ελαιολάδου δεδομένου ότι η διάθεσή τους χωρίς οποιαδήποτε επεξεργασία είναι γνωστό ότι προκαλεί σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, ειδικά στη περιοχή της Μεσογείου όπου παράγεται περίπου 97% της παγκόσμιας ετήσιας παραγωγής ελαιολάδου.

Αντικείμενο του υποέργου RES-HUI «Ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων ελαιοτριβείων» απετέλεσε τόσο η προώθηση αλλά και συμπλήρωση των δραστηριοτήτων του προγράμματος ECOSIND

1. Αντικείμενο και σκοπό του έργου:

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω ο κύριος στόχος αυτού του προγράμματος είναι:

- Η αξιολόγηση των υαρχουσών τεχνολογιών και ο ορισμός των περιβαλλοντικών κριτηρίων για την επαναχρησιμοποίηση και / ή την απομάκρυνση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων γενικότερα και των υγρών αποβλήτων ειδικότερα, ενδεχομένως επηρεάζοντας την ανάπτυξη των περιφερειών.
- Η εξεύρεση των δυνατοτήτων εφαρμογής και υιοθέτησης των τεχνολογιών που αναπτύσσονται, για μια πιο στενή διερεύνηση σε σχέση με τον προσδιορισμό και αξιολόγηση νέων ερευνητικών αναγκών και αποβλήτων, ώστε να καθοριστεί η εφαρμογή λύσεων στη βιομηχανία ελαιολάδου.

2. Το πρόβλημα:

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων εξακολουθούν να αποτελούν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα.

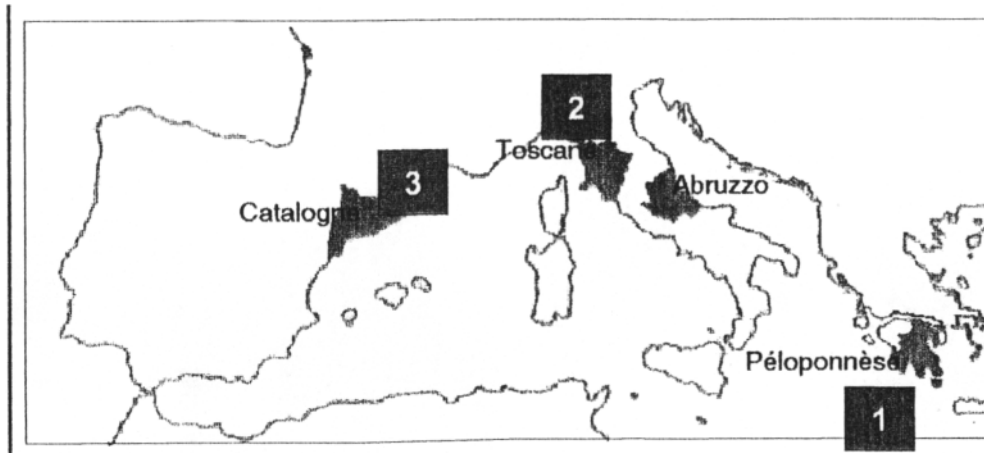
Στην περιοχή της Πελοποννήσου υπάρχει μεγάλη παραγωγή ελαιολάδου. Πολυάριθμες μικρομεσαίες επιχειρήσεις υπάρχουν που ασχολούνται με την επεξεργασία και την παραγωγή του ελαιολάδου. Η Αναπτυξιακή Αργολίδας αναγνώρισε το πρόβλημα που αφορά την πλειοψηφία των παραγωγών και κατάλαβε την ανάγκη για την εύρεση μιας εφικτής λύσης στη διαχείριση και τη διάθεση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων.

Μετά από μια προκαταρκτική έρευνα βρέθηκε ότι:

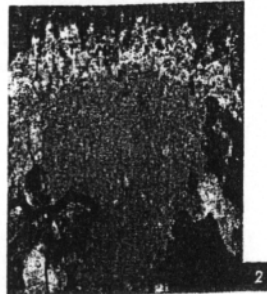
- Ο αριθμός των επιχειρήσεων, ανά έτος εκτείνεται μεταξύ 75 και 85 ελαιοτριβεία στον Νομό Αργολίδας. Η χαμηλότερη δηλωμένη παραγωγή για την τελευταία δεκαετία έφθασε σε 7000 τα κατά τη διάρκεια 2003-2004. Η μέση παραγωγή εκτιμάται σε 15000 τ /α.
- Λόγω των νέων φυτειών που έγιναν κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών στο Νομό Αργολίδας, αναμένεται ότι η παραγωγή στην επόμενη δεκαετία θα σταθεροποιηθεί σε έναν μέσο όρο 15000 τόνοι ανά έτος.
- Τα παραχθέντα υγρά απόβλητα από 15000 τα ελαιολάδου υπολογίζονται περίπου σε 75000 m³ ανά έτος
- Τα υπολείμματα και τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων θεωρούνται

γενικώς ως περιβαλλοντικά ενοχλητικά παραπροϊόντα της βιομηχανίας ελαιολάδου δεδομένου ότι η διάθεσή τους χωρίς οποιαδήποτε επεξεργασία είναι γνωστό ότι προκαλεί σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, ειδικά στην περιοχή της Μεσογείου όπου παράγεται περίπου 97% της παγκόσμιας ετήσιας παραγωγής ελαιολάδου

- Παρ' όλες τις προσπάθειες που έχουμε καταβάλει τα τελευταία 50 έτη, καμία ικανοποιητική λύση δεν έχει βρεθεί ακόμα που είναι τεχνικά εφικτή, οικονομικά βιώσιμη και κοινωνικά αποδεκτή.



Η σημερινή κατάσταση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων στην χώρα μας αντιμετωπίζεται ανεπαρκώς με τη χρήση εξατμισοδεξαμενών και αποτυπώνεται στις φωτογραφίες 1 - 3 που ακολουθούν:



Φωτογραφίες 1-3: Η πραγματική κατάσταση με χρήση κοινής εξατμισοδεξαμενής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

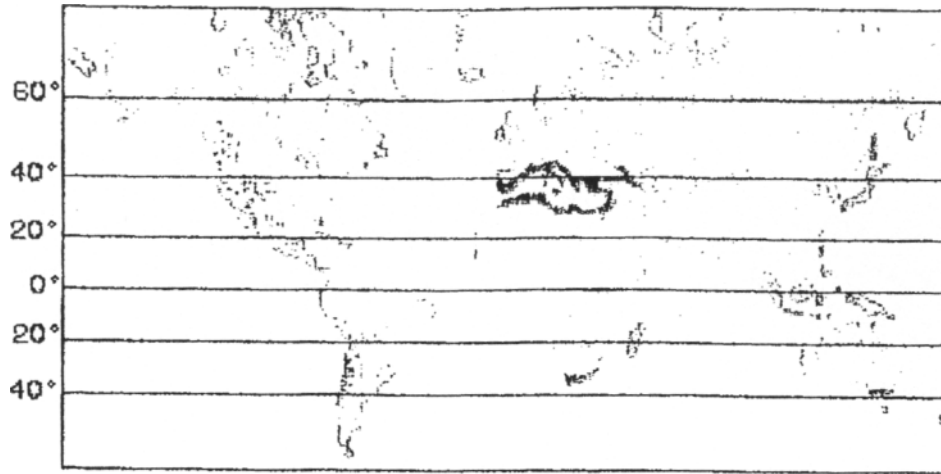
1.1.1 Η Καλλιέργεια της ελιάς και η παραγωγή υγρών αποβλήτων ελαιотριβείων.

Η επεξεργασία του καρπού της ελιάς για την παραλαβή του ελαιολάδου γίνεται σε αγροτοβιομηχανικές μονάδες εποχιακής λειτουργίας που ονομάζονται ελαιотριβεία. Μετά από μια σειρά φυσικών διεργασιών, εκτός από το λάδι παραλαμβάνεται η ελαιοπυρήνα (λιοκόκκια) που συνίσταται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (εξωκάρπιο, σαρκώδες, μεσοκάρπιο, αποξυλωμένο ενδοκάρπιο), τα λιοφύλλα που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιοκάρπο καθώς και μια σημαντική σε όγκο και οργανικό φορτίο ποσότητα υγρών αποβλήτων, τα οποία είναι γνωστά και ως κατσίγαρος, λιόζουμα, ή μούργες.

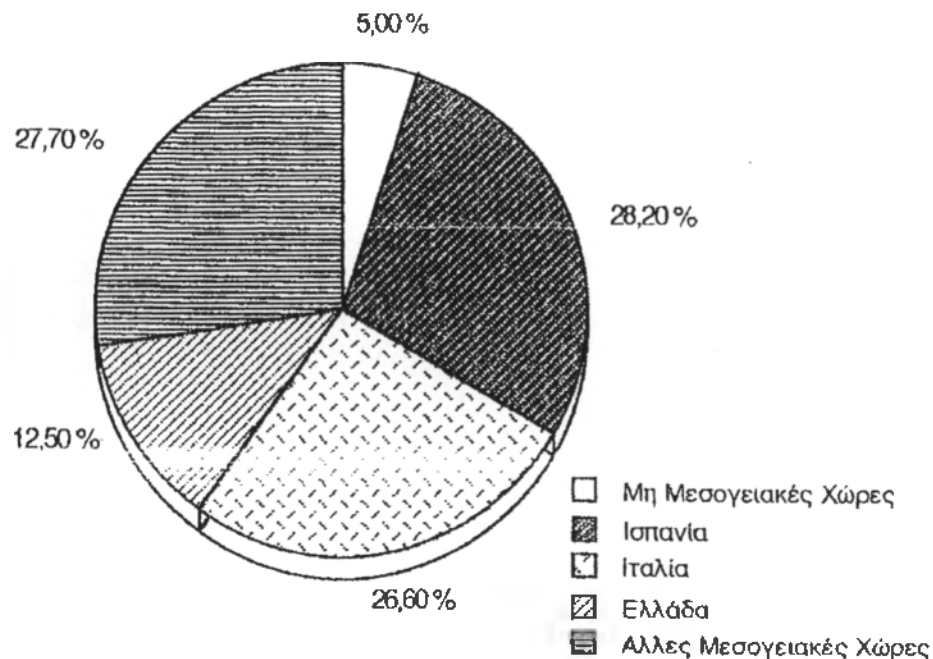
Στις χώρες της Μεσογείου οι οποίες είναι κατ' εξοχήν ελαιοπαραγωγικές περιοχές παράγεται το 95% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιοκάρπου (Εικ. 1.1), ενώ κάθε χρόνο παράγονται 30 εκατομμύρια m³ υγρά απόβλητα ελαιотριβείων. Η Ελλάδα συγκαταλέγεται στις μεγαλύτερες ελαιοπαραγωγικές χώρες αφού σ' αυτήν παράγεται το 12,5 – 15% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου (Εικ. 1.3). Η καλλιέργεια της ελιάς απασχολεί μεγάλο μέρος του αγροτικού μας πληθυσμού (περίπου το 1/3) και η αξία του παραγόμενου προϊόντος συμμετέχει σημαντικά στο συνολικό ακαθάριστο γεωργικό προϊόν της χώρας μας.



Εικ 1.1 Παραγωγή ελαιολάδου, στερεών υπολειμμάτων και υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου στα ελαιотριβεία



Εικ. 1.2 Τόποι καλλιέργειας του ελαιόδένδρου σ' όλο τον κόσμο(Κυριτσάκης 1988)



Εικ. 1.3 Κατανομή της Παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου(Κυριτσάκης 1988)

Ο χάρτης της Εικ. 1.4 δείχνει ότι η ελιά καλλιεργείται σε όλα τα διαμερίσματα της χώρας. Τα κυριότερα όμως ελαιοκομικά κέντρα βρίσκονται στην Πελοπόννησο, Κρήτη, τα Νησιά του Αιγαίου (κυρίως Λέσβο), τη Στερεά Ελλάδα και τα Νησιά του Ιονίου (κυρίως Κέρκυρα). Από τη συνολική παραγωγή του ελαιοκάρπου ένα μικρό ποσοστό (περίπου 10%) ικανοποιεί τις ανάγκες της αγοράς για βρώσιμες ελιές, ενώ το μεγαλύτερο μέρος οδηγείται στα ελαιοτριβεία για να παραχθεί το ελαιόλαδο. (Κυριτσάκης Α. 1988)

1.1.2 Γενικά στοιχεία για τα ελαιοτριβεία στη χώρα μας

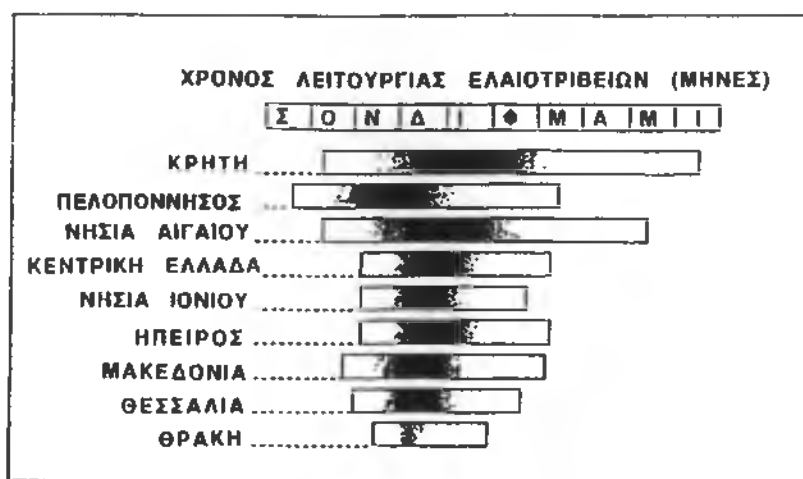
Οι ανάγκες έκθλιψης του ελαιοκάρπου για την παραγωγή ελαιολάδου καλύπτονται από τα 2.500 περίπου συνεταιριστικά και ιδιωτικά ελαιοτριβεία, η κατανομή και η δυναμικότητα των οποίων ακολουθεί την καλλιέργεια της ελιάς (Εικ. 5), αλλά εξαρτάται από το ανάγλυφο του εδάφους και το βαθμό ανάπτυξης του οδικού δικτύου σε κάθε ελαιοκομικό διαμέρισμα.

Είναι χαρακτηριστικό ότι στο παρελθόν, μολονότι η παραγωγή του ελαιολάδου ήταν κατά πολύ χαμηλότερη, ο αριθμός των ελαιοτριβείων ήταν υπερδιπλάσιος του σημερινού (πριν δύο δεκαετίες ξεπερνούσαν τις 6.500) αφού η γνωστή τότε τεχνολογία περιόριζε τη δυναμικότητά τους. Επίσης το περιορισμένο ή και ανύπαρκτο σε μερικές περιοχές οδικό δίκτυο δεν επέτρεπε την εύκολη διακίνηση του ελαιοκάρπου. Προοδευτικά όμως οι τεχνολογικές εξελίξεις και η βελτίωση του οδικού δικτύου οδήγησαν στη βαθμιαία εγκατάλειψη πολλών εξ αυτών, την αντικατάστασή τους ή και την εγκατάσταση νέων σύγχρονων ελαιουργικών συγκροτημάτων μεγαλύτερης αποδοτικότητας και πολλαπλάσιας δυναμικότητας.

Η διάρκεια και η ένταση της παραγωγικής λειτουργίας των ελαιοτριβείων, όπως είναι φυσικό, είναι εποχιακή και ακολουθεί την παρενιαύσιο καρποφορία των ελαιοδένδρων. Εξαρτάται επίσης, από την περιοχή, τον τύπο των ελαιώνων και τον τρόπο συλλογής που εφαρμόζουν οι ελαιοκαλλιεργητές. Ο μέσος χρόνος λειτουργίας τους ανέρχεται στις 90 ημέρες περίπου το χρόνο με περίοδο αιχμής τους μήνες Δεκέμβριο – Ιανουάριο (Εικ. 6).



Εικ 1.4 Η χωροταξική κατανομή των ελαιοτριβείων στη χώρα μας. (Μπαλής 1993)



Εικ. 1.5 Χρονική κατανομή λειτουργίας των ελαιοτριβείων στα διάφορα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδος. (Μπαλής 1993)

Τα ελαιοτριβεία αποτελούν γεωργό-βιομηχανικές μονάδες εποχιακής λειτουργίας (από τέλη Οκτωβρίου ως περίπου αρχές Μαρτίου), μέσου οικονομικού δυναμικού. Τα τελευταία, χρόνια παρά την αύξηση της παραγωγής ελαιολάδου, παρατηρείται σημαντική μείωση του αριθμού τους, η οποία οφείλεται στη συγχώνευση των μονάδων και στον εκσυγχρονισμό του εξοπλισμού τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση παραγωγικής τους ικανότητας. (Μπαλής Κ. 1993)

Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας τα ελαιοτριβεία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) στα κλασσικού τύπου, τα οποία αποτελούν και το 30% περίπου του συνολικού αριθμού των ελαιοτριβείων και β) στα φυγοκεντρικού τύπου, τα οποία αποτελούν και το 70% περίπου του συνόλου των ελαιοτριβείων της χώρας μας.

Τα κλασσικού τύπου ελαιοτριβεία διακρίνονται ανάλογα με τον μηχανολογικό τους εξοπλισμό και σε περαιτέρω τύπους, όπως επίσης και τα φυγοκεντρικού τύπου, διαφοροποιούνται ανάλογα του τύπου και της δυναμικότητας των οριζόντιων φυγοκεντρικών διαχωριστών, που διαθέτουν. Η παραγωγική ικανότητα των ελαιοτριβείων εξαρτάται, για τα μεν κλασσικού τύπου από τον αριθμό των πιεστηρίων, για τα δε φυγοκεντρικού από την απόδοση των οριζόντιων φυγοκεντρικών διαχωριστών. Τα ελαιοτριβεία, που λειτουργούν στην Ελλάδα μπορούν με βάση τη δυναμικότητά τους, να διακριθούν σε μικρής (500 1.000 kg/h επεξεργασμένου ελαιοκάρπου), μεσαίας (1.000 1.250 kg/h) και μεγάλης (1.250 2.000 kg/h) απόδοσης. Ο συνολικός όγκος των υγρών αποβλήτων που προκύπτει από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου και στους δύο τύπους ελαιοτριβείων, αποτελείται από

Κλασσικού τύπου	Φυγοκεντρικού τύπου
<p>Πλεονεκτήματα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σημαντικά μικρότερο κόστος αγοράς • Μικρότερο ποσοστό υγρασίας στον ελαιοπυρήνα • Κόστος αντικατάστασης ελασμοφιδίων • Κατασκευασμένα από αβήρα • Παραγωγή ποιοτικού ελαιολάδου <p>Μειονεκτήματα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Απαιτείται αρκετά μεγάλο κόστος εργατικών • Χαμηλή ελασμοφιδίων • Μικρή απόδοση σε ελαιολάδο 	<p>Πλεονεκτήματα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μικρότερο κόστος εργατικών (μέχρι και 70%) • Κατασκευασμένος από ανοξείδωτο μέταλλο • Αυτόματη λειτουργία • Μεγαλύτερη απόδοση σε ελαιολάδο <p>Μειονεκτήματα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μεγάλο κόστος αγοράς • Μεγαλύτερη υγρασία στην ελαιοπυρήνα • Απαιτείται εξειδικευμένο πρόσωπο • Μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και νερού • Παραγωγή μη ποιοτικού ελαιολάδου

τα νερά πλύσης του ελαιοκάρπου και των μηχανημάτων του ελαιουργικού συγκροτήματος, καθώς επίσης από τους φυσικούς χυμούς και νερό αραιώσης, που προκύπτουν κατά το στάδιο διαχωρισμού του ελαιοπυρήνα και της τελικής φυγοκέντρωσης. Η ποσότητα αυτή έχει σχέση εν μέρει από την ποικιλία και την ποιότητα του ελαιοκάρπου, αλλά κυρίως καθορίζεται από την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις επεξεργασίας και η οποία εξαρτάται τόσο από τον βαθμό ωρίμανσης και την μέθοδο συλλογής, όσο και από τον τρόπο λειτουργίας και τον τύπο του ελαιοτριβείου. Η χρησιμοποίηση της φυγόκεντρης δύναμης, αντί της πίεσης, για τον διαχωρισμό του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη, υπήρξε διαρκής πρόκληση για τους ειδικούς της ελαιοτεχνίας.

Τα ελαιοτριβεία αποτελούν γεωργό-βιομηχανικές μονάδες εποχιακής λειτουργίας (από τέλη Οκτωβρίου ως περίπου αρχές Μαρτίου), μέσου οικονομικού δυναμικού. Τα τελευταία, χρόνια παρά την αύξηση της παραγωγής ελαιολάδου, παρατηρείται σημαντική μείωση του αριθμού τους, η οποία οφείλεται στη συγχώνευση των μονάδων και στον εκσυγχρονισμό του εξοπλισμού τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικής τους ικανότητας.

Σύμφωνα με στοιχεία τα ελαιοτριβεία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες : α) Στα κλασσικού τύπου, τα οποία αποτελούν και το 30% περίπου συνολικού αριθμού των ελαιοτριβείων και β) στα φυγοκεντρικού τύπου, τα οποία αποτελούν και το 70% περίπου του συνόλου των ελαιοτριβείων της χώρας μας.

Τα κλασσικού τύπου ελαιοτριβεία διακρίνονται ανάλογα με τον μηχανολογικό τους εξοπλισμό και σε περαιτέρω τύπους, όπως επίσης και τα φυγοκεντρικού τύπου, παρά την εξάντληση της ελαιοζύμης μέχρι ποσοστού κατά μέσον όρο 88% του περιεχομένου σ' αυτήν ελαιολάδου και για τις δύο περιπτώσεις διαχωριστών, ποσότητα του ελαιοπυρήνα, που διαχωρίζεται στην περίπτωση του φυγοκεντρικού διαχωριστή περιέχει 45 50% υγρασία, ενώ στην περίπτωση του παραδοσιακού

πιστηρίου μόνο 25%. Σε ότι αφορά τη χρήση νερού δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων. Το νερό και στα δύο συστήματα, χρησιμοποιείται σε ανάλογα στάδια επεξεργασίας, όχι όμως και σε ανάλογες ποσότητες. Ο όγκος των υγρών αποβλήτων, που παράγονται από την επεξεργασία 100 kg ελαιοκάρπου, διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο κατηγοριών ελαιοτριβείων. Είναι Χαρακτηριστικό πάντως, ότι ο όγκος των αποβλήτων των κλασσικού τύπου ελαιοτριβείων, αν και ποικίλει, είναι κατά πολύ μικρότερος αυτού των φυγοκεντρικού τύπου και αντιστοιχεί σε αναλογία 1/1,7 περίπου. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει διακύμανση στην παροχή καθώς και στον ετήσιο όγκο αποβλήτων κατά τη διάρκεια της ελαιοκομικής περιόδου, ανάλογα με την δυναμικότητα και τον τύπο του ελαιοτριβείου.

Πίνακας 1.1: Παραγωγή αποβλήτων από ελαιοτριβείο, (Στοιχεία Υπ. Γεωργίας ΥΧΟΠ)

Ελαιοτριβείο	Δυναμικότητα		Παροχή Αποβλήτων		Συνολική Παραγωγή
			Μέγιστη	Μέση	
Τύπος	Μέγεθος	Kg/h	m ³ /d	m ³ /d	m ³
	Πολύ μικρό	500	7,8	0,78	75
	Μικρό	550-1000	7,3-15,6	1,17-2,34	112-225
Κλασσικός	Μεσαίο	1000-1250	15,6-19,5	3,13-3,90	300-374
	Μεγάλο	1250-2000	19,5-31,2	5,46-9,74	524-837
	Πολύ Μεγάλο	>2000	31,2-62,4	10,92-21,94	1048-2096
	Μεσαίο	1000-1250	26,4-33,0	14,52-18,15	1394-1742
Φυγοκεντρικό	Μεγάλο	1250-2000	33,0-52,8	18,15-29,04	1742-2788
	Πολύ Μεγάλο	>2000	52,9-105,6	29,04-58,0	2788-5575

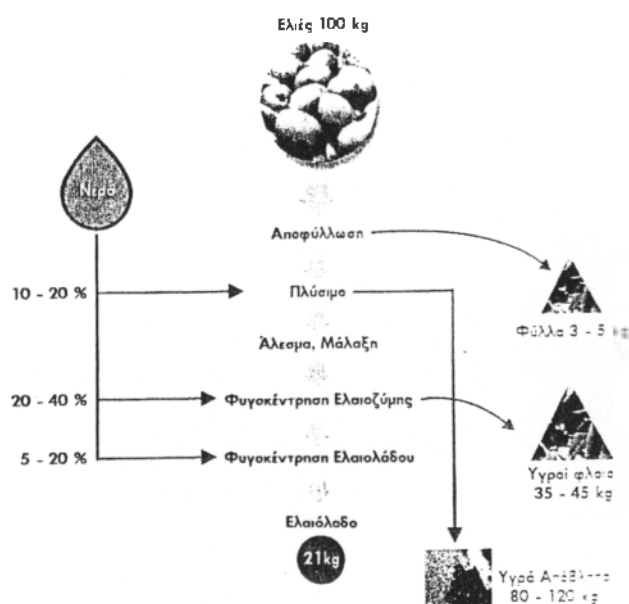
1.2 Επεξεργασία Ελαιοκάρπου και παραγόμενα απόβλητα

Παραγωγή και Σύσταση Αποβλήτων

Ο όγκος των παραγόμενων φυτικών υγρών είναι δύσκολο να υπολογιστεί με ακρίβεια σε ένα ελαιοτριβείο καθώς και σε μια περιοχή, και εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Την ποικιλία προέλευσης του ελαιοκάρπου, το στάδιο ωριμότητας και τον χρόνο αποθήκευσης πριν την ελαιοποίηση .
- Το χρόνο διαχωρισμού του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη. Στάδιο όπου λαμβάνει χώρα εκπίεση της ελαιοζύμης σε υδραυλικό πιεστήριο με φυγοκέντρησή της, αφού έχει προηγηθεί σχετική αραιώση με χλιαρό νερό σε φυγοκεντρικό διαχωριστή με οριζόντιο άξονα (decanter), κλπ.
- Το διαθέσιμο νερό στο ελαιοτριβείο, καθώς και το κόστος προμηθειά πολλές περιοχές της Ισπανίας, της Εγγύς Ανατολής, της Β. Αφρικής καθώς και σε πολλά ελληνικά νησιά, όταν το νερό είναι λιγιστό αλλά και ακριβό, το πλύσιμο ελαιοκάρπου παραλείπεται.
- Τις συνήθειες των διαφόρων ελαιοτριβείων.

Σε γενικές γραμμές όμως, θα μπορούσαμε να πούμε ότι από 100 kg ελαιοκάρπου παράγονται 100 - 120 kg υγρών αποβλήτων, με μέση ημερήσια τιμή ανά ελαιοτριβείο 15 - 20 τόνους.



Σχήμα 1.1 Παραγωγή αποβλήτων από 100 kg ελαιοκάρπου

Πιο απλά, για κάθε κιλό παραγόμενου ελαιολάδου δημιουργούνται κατά μέσο όρο 5 κιλά υγρών αποβλήτων μεγάλου οργανικού φορτίου. Όσον αφορά την διάθεση αυτών των αποβλήτων, πρέπει να αναφερθεί ότι από βιβλιογραφικά δεδομένα το 58,3% περίπου των ελαιοτριβείων διοχετεύει τα απόβλητα του σε ρεματιές, με φυσικο επακόλουθο την κατάληξη τους σε υδατικούς αποδέκτες. Το 11,3% των ελαιοτριβείων διοχετεύουν τα απόβλητά τους κατ' ευθείαν στη θάλασσα και σε ποτάμια και τέλος μόνο το 19,8% σε εδαφικούς αποδέκτες . Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός, ότι ο όγκος των παραγομενων αποβλήτων είναι εποχιακής φύσεως και μικρός σε σύγκριση με εκείνο των αστικών και Βιομηχανικών λυμάτων, αλλά και με αυτα του κτηνοτροφικού χώρου, όπως π.χ. τα υγρά απόβλητα, που παράγονται από τα χοιροστάσια, όμως το ρυπαντικό φορτίο είναι σημαντικά μεγαλύτερο.

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων προέρχονται, και για τους δύο τύπους, ελαιοτριβείων, από τους χυμούς του ελαιοκάρπου, από τα υπολείμματα της ελαιομάζας, τα οποία είναι ιδιαίτερα αυξημένα στις επιτραπέζιες ποικιλίες, και τέλος από το προστιθέμενο νερό πλυσίματος και αραίωσης της ελαιοζύμης στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου στο ελαιοτριβείο. Τα απόβλητα αυτά δεν περιέχουν πρόσθετες χημικές ή άλλου είδους ουσίες ή παθογόνους μικροοργανισμούς, καθώς η μοναδική επέμβαση στην διαδικασία είναι η προσθήκη ζεστού νερού. Επομένως, ο κίνδυνος μόλυνσης είναι πρακτικά ανύπαρκτος, ενώ αντίθετα αυξημένος εμφανίζεται ο κίνδυνος φυτοτοξικότητας, λόγω των οργανικών οξέων και των φαινολικών ενώσεων που περιέχουν. Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων χαρακτηρίζονται από σκούρο χρώμα, σχεδόν μαύρο, είναι θολά, με ιδιάζουσα οσμή, όξινα (pH 4,5 - 5,5) και υψηλού ρυπαντικού φορτίου. Περιέχουν υψηλό ποσοστό νερού και μεγάλο αριθμό διαλυμένων και αιωρούμενων συστατικών, όπως τεμάχια μαλακών ιστών, πούλπα, κολλοειδή, πτητικά οξέα, φαινολικές ενώσεις, άλατα καλίου, φωσφόρου, αμμωνίας, σάκχαρα, υπολείμματα ελαιολάδου, πολυαλκοόλες, διάφορες χρωστικές κλπ. Η σύνθεση, τα φυσικοχημικά και τα βιολογικά χαρακτηριστικά επηρεάζονται από την ποικιλία της ελιάς, τις κλιματολογικές συνθήκες, το στάδιο ωρίμανσης, την εποχή συγκομιδής, τη κατάσταση θρέψης, την προσβολή από εχθρούς και παθογόνα, το σύστημα συλλογής, το χρόνο αναμονής του ελαιοκάρπου στο ελαιοτριβείο και τη μέθοδο ελαιοτριβίσης. Τα κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας: 1.2

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΑ ΤΙΜΩΝ
Νερό	83-94%
Οργανικά συστατικά	4-16%
Ανόργανα συστατικά	1-2%
Πυκνότητα	1.024%
Αγωγιμότητα	800-16000 μS
pH	4.5-6.5
Βιολογικά απαιτούμενο Οξυγόνο, BOD5	14000-110000 mg/l
Χημικά απαιτούμενο Οξυγόνο, COD	41400-130000 mg/l

Πηγή : Στοιχεία Υπ. Γεωργίας

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι απόβλητα με αρκετά ιδιότυπη σύνθεση και διαφέρουν από ελαιοτριβείο σε ελαιοτριβείο, αλλά και από παρτίδα σε παρτίδα για το ίδιο ελαιοτριβείο. Όπως, αναφέρθηκε παραπάνω περιέχουν ένα πλήθος χημικών ενώσεων, πολλές από τις οποίες απαντώνται σε εκχυλίσματα πολλών άλλων φυτικών ειδών, αλλά και αρκετές οι οποίες είναι χαρακτηριστικές αυτού του είδους των αποβλήτων. Τα συστατικά αυτά μπορούν άμεσα ή / και έμμεσα να επηρεάσουν την αύξηση των φυτών μέσω των εδαφικών μικροοργανισμών, πολλοί εκ των οποίων είναι δυνατόν να τα χρησιμοποιήσουν ως υποστρώματα αυξήσεως ή / και να τα μετατρέψουν σε άλλα προϊόντα, όπως τοξίνες, ρυθμιστές αυξήσεως, αντιβιοτικά, σταθεροποιητές εδάφους και χουμικές ενώσεις. Παρά το γεγονός, ότι τα σάκχαρα αποτελούν το σημαντικότερο ποσοτικά τμήμα των αποβλήτων των ελαιοτριβείων, σπουδαιότερες από ποιοτικής πλευράς είναι οι φαινολικές ενώσεις και τα λίπη, οι οποίες προσδίδουν στα απόβλητα ανεπιθύμητες φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες (χρώμα, φυτοτοξικότητα, εμμονή στο περιβάλλον).

Ανάλογα με το σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του ελαιολάδου από την ελαιόμαζα διακρίνουμε δύο τύπους ελαιοτριβείων:

1. Κλασσικά, στα οποία η παραλαβή λαδιού και φυτικών υγρών γίνεται με πίεση της ελαιόμαζας σε υδραυλικά πιεστήρια.
2. Φυγοκεντρικά, στα οποία η παραλαβή του λαδιού από την ελαιόμαζα γίνεται με φυγοκέντρωση σε ειδικούς οριζόντιους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες τριών φάσεων (decanters) και βασίζεται στη διαφορά του

ειδικού βάρους που παρουσιάζουν τα συστατικά της ελαιόμαζας (ελαιόλαδο, νερό, στερεά συστατικά). (Γεωργακάκης Δ., Τζίχα Φ. 1995)

α. Η παραγωγική διαδικασία στα ελαιοτριβεία

Η πορεία και τα διάφορα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου στα κλασσικά και φυγοκεντρικά συγκροτήματα φαίνονται στην Εικ. 1.6

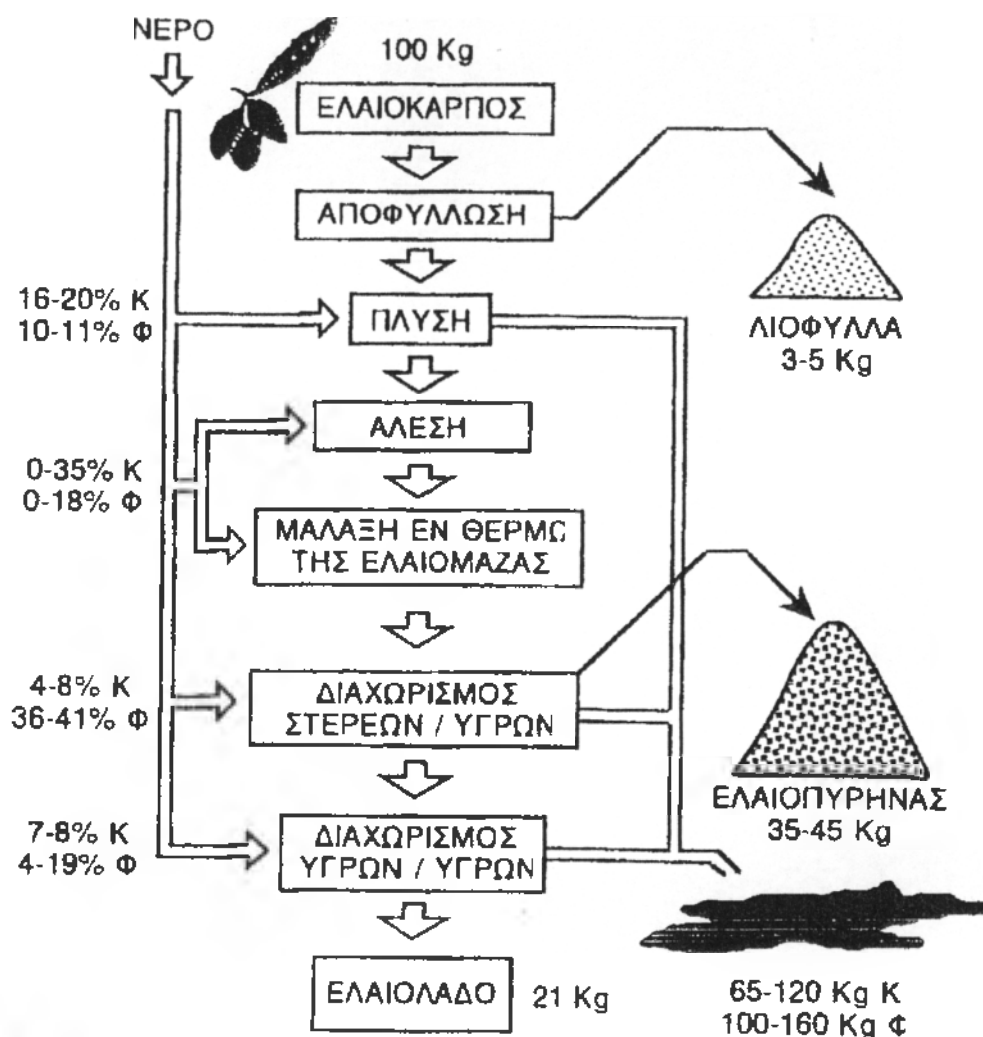
Αρχικά γίνεται η αποφύλλωση, η οποία θεωρείται επιβλαβής, διότι η παρουσία των φύλλων δίνει στο λάδι πικρίζουσα γεύση και το εμπλουτίζει με μεγάλη ποσότητα χλωροφύλλης, η οποία κατά τη διάρκεια της διατήρησής του, παρουσία φωτός, επιδρά αρνητικά στην ποιότητα. Το πλύσιμο είναι απαραίτητο διότι απομακρύνει τις ξένες ύλες που μεταφέρει ο ελαιοκαρπος (σκόνη, χώμα κ.α.) και εμποδίζει το σχηματισμό αλκαλογαιωδών μειγμάτων, κατά το διαχωρισμό.

Η άλεση του καρπού γίνεται στους ελαιόμυλους που αποτελούν τα παραδοσιακά συστήματα εξαγωγής του λαδιού και σε πιο σύγχρονους μεταλλικούς σπαστήρες με αντίθετα περιστρεφόμενους οδοντωτούς δίσκους.

Η μάλαξη αποτελεί το πιο βασικό στάδιο της επεξεργασίας του ελαιοκάρπου και γίνεται σε ειδικές λεκάνες με διπλά τοιχώματα στα οποία κυκλοφορεί ζεστό νερό για την θέρμανση της ελαιόμαζας. Η ανάμειξη επιτυγχάνεται με περιστρεφόμενο έλικα ο οποίος φέρει μικρό αριθμό πτερυγών και κινείται με αργό ρυθμό. Κατά την άλεση του ελαιοκάρπου τεμαχίζονται οι φυτικοί ιστοί και ελευθερώνονται οι σταγόνες του λαδιού οι οποίες με τις πρωτεΐνες σχηματίζουν γαλάκτωμα. Κατά το στάδιο της μάλαξης γίνεται ρήξη του γαλακτώματος και οι σταγόνες συνενώνονται σε μεγαλύτερες. Επίσης παράγεται άρωμα από ενδογενή ένζυμα του καρπού ή εξωγενή μικροβιακής προέλευσης.

Στα ελαιοτριβεία κλασσικού τύπου η ελαιόμαζα μετά την μάλαξη τοποθετείται σε ελαιοδιαφράγματα (λιόπανα) και υποβάλλεται σε υδραυλική συμπίεση. Η υγρή φάση των φυτικών υγρών λαδιού και νερού που παραλαμβάνεται διαχωρίζεται σ' ένα φυγοκεντρικό διαχωριστήρα σε λάδι και απόβλητα. Αντίθετα στα φυγοκεντρικού τύπου ελαιοτριβεία η ελαιόμαζα αφού αραιωθεί με την απαραίτητη ποσότητα νερού διοχετεύεται στο στον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα τριών φάσεων όπου γίνεται ο διαχωρισμός σε λάδι με λίγα φυτικά υγρά, σε ελαιοπυρήνα και σε υγρά απόβλητα. Ακολούθως το λάδι περνάει από έναν δεύτερο διαχωριστήρα για να

αφαιρεθεί η θολότητα, η οποία οφείλεται σε πολύ μικρά τεμαχίδια στερεών που συμπαρασύρονται με το λάδι.



Εικ. 1.6 Γενικευμένο διάγραμμα ροής επεξεργασίας του ελαιοκάρπου σε κλασσικά (K) και φυγοκεντρικά (Φ) ελαιοτριβεία(Μπαλής 1993)

Οι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν τον τελικό διαχωρισμό καθορισμό του ελαιολάδου είναι :

1. ειδικό βάρος: Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά του ειδικού βάρους των συστατικών της υγρής φάσης τόσο ευκολότερος είναι ο διαχωρισμός τους.
2. Σχήμα και διαστάσεις ελαιοσταγονιδίων: Όσο πιο μεγάλα είναι τα ελεύθερα σταγονίδια του μίγματος τόσο πιο εύκολα γίνεται ο διαχωρισμός. Τα μικρά ελαιοσταγονίδια οδηγούν στον σχηματισμό γαλακτωμάτων.

3. Ιξώδες: Όσο περισσότερο ρευστή είναι η υγρή φάση τόσο γρηγορότερα διαχωρίζεται.
4. Θερμοκρασία: Η υψηλή θερμοκρασία διευκολύνει τον διαχωρισμό αλλά μειώνει την ποιότητα του λαδιού.

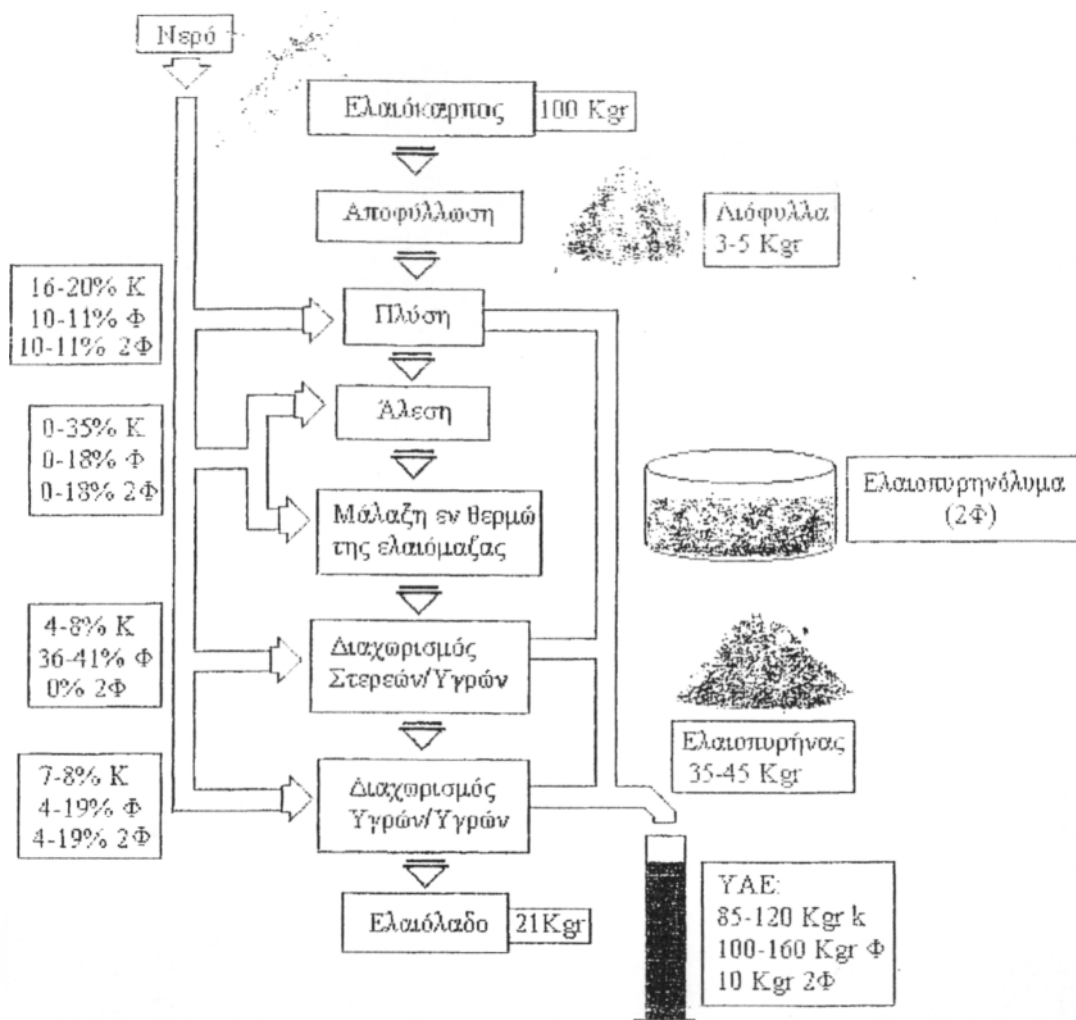
Τύποι ελαιουργείων - Υποπροϊόντα ελαιουργίας

Από το 1970 και μετά άρχισε στην Ελλάδα η διάδοση των ελαιουργικών φυγοκεντρικών συγκροτημάτων τριών φάσεων. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από την αυξημένη δυναμικότητα, μείωση του κόστους παραγωγής του ελαιολάδου και του χρόνου αποθήκευσης του ελαιοκάρπου. Οι παράγοντες αυτοί συντέλεσαν στην αντικατάσταση σε μεγάλο ποσοστό των κλασικών από τα φυγοκεντρικά και στη μείωση του συνολικού αριθμού των ελαιουργείων.

Ωστόσο για τη σωστή λειτουργία των μηχανημάτων, όπως αναφέρθηκε, είναι αναγκαία η αραίωση με ζεστό νερό σε ποσότητα ίση περίπου με το βάρος του επεξεργασμένου ελαιοκάρπου. Αυξάνεται λοιπόν ο όγκος των αποβλήτων και συνεπακόλουθα η ρύπανση του περιβάλλοντος και η οικονομική επιβάρυνση για την εξάλειψή της.

Τα τελευταία χρόνια οι εταιρίες που κατασκευάζουν ελαιουργικά συγκροτήματα έχοντας σαν στόχο τη μείωση του όγκου των αποβλήτων, προώθησαν στην αγορά έναν νέο τύπο decanter δύο φάσεων, που λειτουργεί ώστε να δίνει στην υγρή φάση μόνον ελαιόλαδο και στη στερεή, τον ελαιοπυρήνα μαζί με τα υγρά του καρπού (ελαιοπυρηνόλυμα). Στον τύπο αυτό των ελαιουργείων δεν προστίθεται νερό στην ελαιοζύμη, με αποτέλεσμα, τη χρησιμοποίηση νερού μόνο στον ελαιοδιαχωριστήρα.

Η επεξεργασία του ελαιόκαρπου στα ελαιοτριβεία (ανεξαρτήτως τύπου και κατασκευαστικών διαφορών) ακολουθεί σε γενικές γραμμές την ροή χειρισμών που περιγράφεται στο διάγραμμα της εικόνας 1.7. (Μπαλής Κ. 1993)



Εικόνα 1.7. Γενικευμένο διάγραμμα ροής του ελαιοκάρπου στα διάφορων τύπων ελαιουργεία (κλασικό-Κ, φυγοκεντρικά τριών φάσεων-Φ, δύο φάσεων -2Φ) (Γεωργική Τεχνολογία τεύχος 1^ο 1990)

Από την επεξεργασία, εκτός από το λάδι, παραλαμβάνουμε τα παρακάτω παραπροϊόντα :

α) **Ελαιοπυρήνας.** Αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (εξωκάρπιο, σαρκώδες μεσοκάρπιο, αποξυλωμένο ενδοκάρπιο), υπολείμματα ελαίου και ένα ποσοστό υγρασίας.

Περιέχει 3,5 -12% υπολείμματα ελαίου και 20-30% νερό (FAO 1956, 1955). Η χαμηλή περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη και η υψηλή σε λιγνίνη και κυτταρίνη μειώνει την κτηνοτροφική του αξία. Συνιστάται η χρήση του μόνο σε περιπτώσεις όπου λόγω ξηρασίας υπάρχει έλλειψη ζωοτροφών οπότε και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα σιτηρέσια μικρών μηρυκαστικών και σε χαμηλά επίπεδα (<10%).

Μετά την παραλαβή, ο ελαιοπυρήνας μεταφέρεται στα πυρηνελαιουργεία όπου και παράγεται μετά από εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες, το πυρηνέλαιο.

Ο εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας (Olive Press Cake -πυρηνόξυλο) χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη. Στον πίνακα 1.1 φαίνεται η μέση σύσταση του πυρηνόξυλου μετά την εξαγωγή του πυρηνελαίου. Σε ερευνητικό επίπεδο έχει χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή μικροπορώδους ενεργού άνθρακα, προϊόντος με μεγάλη εμπορική αξία (Γαλιατσάτου 1993). Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως στερεό υπόστρωμα κατά τη διαδικασία θερμόφιλης χώνευσης (composting). Δεδομένης της μικρής σχετικά περιεκτικότητας των ελληνικών εδαφών σε οργανική ουσία, και με την ολοένα αυξανόμενη πίεση για εντατικοποίηση της καλλιέργειας και αύξηση της παραγωγής, η σημασία της παραγωγής υποστρωμάτων σαν προσθετικά εδάφους γίνεται ουσιαστικότερη. Σύμφωνα με πειράματα που έγιναν ο εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας (πυρηνόξυλο) μπορεί να αξιοποιηθεί ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια εδώδιμων ειδών βασιδιομυκήτων.

Πίνακας 1.3 "Σύσταση του εκχυλισμένου ελαιο πυρήνα". .(Κυριτσάκης 1988)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ(%)
Λίπη και έλαια	2,53
Πρωτεΐνη	6,63
Σάκχαρα ολικά	2,23
Σάκχαρα αναγωγικά	1,51
Κυτταρίνη	37,58
Τέφρα	2,95
Ημικυτταρίνες	13,07
Λιγνίνη	21,56
Υγρασία	16,09
Λοιπά	13,45
Ολικό άζωτο	1,06
Ολικός άνθρακας	56,0
Ασβάστιο (CaO)	0,82
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	0,11
Κάλιο (K ₂ O)	0,83

β) **Ελαιόφυλλα** που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιόκαρπο,

γ) **Ελαιοπυρηνόλυμα**. Το κύριο απόβλητο που προκύπτει από τα ελαιουργεία δύο φάσεων είναι το ελαιοπυρηνόλυμα το οποίο χαρακτηρίζεται από την υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (59,1 %) που δίνει τη μορφή παχύρρευστης μάζας με δυσκολίες στη μεταφορά και τη διαχείρισή της. Επίσης με την εξάλειψη των απόνερων, ένα μεγάλο ποσοστό πολυφαινόλων μεταφέρονται στο ελαιόλαδο, γεγονός θετικό αφού οι πολυφαινόλες ως φυτικά αντιοξειδωτικά αυξάνουν τη σταθερότητα του ελαιολάδου. Όμως, η χρησιμοποίηση του ελαιοπυρηνόλυματος ως ζωτροφής, παρουσιάζει δυσκολίες. Και αυτό γιατί στην περίπτωση χρησιμοποίησής του, ως ζωτροφής, θα ήταν απαραίτητη η αφαίρεση της υγρασίας, που συντελεί στην ανάπτυξη μικροοργανισμών και στην αλλοίωση. Το συγκεκριμένο απόβλητο δεν μπορεί να εκχυλιστεί γιατί η διαδικασία που χρησιμοποιείται προϋποθέτει την ξήρανση του. Ωστόσο, κατά τη θέρμανση λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε σάκχαρα το υλικό καραμελοποιείται.

δ) **Υγρά απόβλητα, γνωστά ως κοτσίγαροι, λιοζούμια, η μούργες.**

(Κυριτσάκης Α. 1988)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.1 ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1.1 Τα υγρά απόβλητα (λιόζουμα, κατσίγαρος)

Τα υγρά απόβλητα αποτελούνται κατά βάση από το ζεστό και κρύο νερό, που προστίθεται κατά τη διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο και από τους φυτικούς χυμούς που απελευθερώνονται μετά την σύνθλιψη του ελαιοκάρπου και τη μάλαξη της ελαιοζύμης. Οι σχετικές μέσες ποσότητες ελαιολάδου, στερεών υπολειμμάτων και λιόζουμων που προκύπτουν από την επεξεργασία 100kg ελαιοκάρπου φαίνονται, ενδεικτικά στον πίνακα 2.1.

Πίνακας, 2.1. "Μέσες ποσότητες ελαιολάδου, στερεών & υγρών υπολειμμάτων από την επεξεργασία 100kg ελαιοκάρπου." (Μπαλής 1993)

ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ (KG)
Ελαιόλαδο	21
Λιόφυλλα	3 - 5
Ελαιοπυρίνας	35 -45
Λιόζουμα	65 - 175

Η σύσταση των αποβλήτων (λιόζουμα, κατσίγαροι) μεταξύ διαφόρων ελαιοτριβείων για τον ίδιο ελαιόκαρπο, εξαρτάται κυρίως από τις ποσότητες του νερού που χρησιμοποιούνται στις φάσεις επεξεργασίας, οι οποίες διαφέρουν στους διαφόρους τύπους, αλλά και μπορεί να ποικίλουν σημαντικά ακόμα και για τον ίδιο τύπο ελαιοτριβείου, ανάλογα με την εφαρμοζόμενη πρακτική. Πέραν αυτού, οι διακυμάνσεις στη σύσταση των αποβλήτων εξαρτώνται από την ποιότητα του νερού, την ποικιλία και τα στάδια ωρίμανσης του ελαιοκάρπου.

Ο κατσίγαρος είναι ένα σκούρου χρώματος, θολό, όξινο και χαρακτηριστικής οσμής υγρό. Είναι πλούσιο σε διαλυτά στο νερό οργανικά και ανόργανα υλικά, καθώς και σε αδιάλυτα λεπτά οργανικά τεμαχίδια υπό μορφή αιωρήματος, και σταγονίδια υπολειμμάτων ελαίου.

2.1.2. Νομοθετικό πλαίσιο για τα Ελαιοτριβεία

Παρακάτω παρατίθεται η σημαντικότερη ελληνική νομοθεσία που αφορά στα ελαιοτριβεία:

• **ΝΟΜΟΣ ΥΠ. ΑΡΙΘΜ. 2516/97:** «Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 159/Α/8-8-97). Σύμφωνα με το άρθρο 1 και με βάση την κινητήρια εγκατεστημένη ισχύ που είναι πάνω από 16 HP, τα ελαιοτριβεία νοούνται ως βιομηχανία ή βιοτεχνία. Στο άρθρο 18, παράγραφος 2, αναφέρεται ότι: «Για την χορήγηση νέας άδειας λειτουργίας αόριστης χρονικής ισχύος απαιτείται να έχει εξασφαλιστεί προηγουμένως η πλήρη συμμόρφωση των φορέων προς τις κείμενες διατάξεις περί προστασίας του περιβάλλοντος και υγιεινής των εργαζομένων και περιοίκων».

• **ΚΥΑ 10537/93:** «Καθορισμός αντιστοιχίας της κατάταξης των βιομηχανικών βιοτεχνικών δραστηριοτήτων της ΚΥ Α 69269/90 με την αναφερόμενη στις πολεοδομικές ή άλλες διατάξεις διάκριση των δραστηριοτήτων σε χαμηλή μέση και υψηλή όχληση» (ΦΕΚ 139B/11-3-93). Σύμφωνα με το άρθρο 1, τα ελαιοτριβεία κατατάσσονται στις δραστηριότητες χαμηλής όχλησης.

• **ΚΥΑ 69269/5387/90:** «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με τον Ν. 1650/86» (ΦΕΚ 678B/25-1 0-90).

• **ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ Ε18/221:** «Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων» (ΦΕΚ 138/Β/24-12-1965). Η Διάταξη αυτή του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας, θέτει ουσιαστικά τα πλαίσια μέσα στα οποία πρέπει να κινούνται οι βιομηχανίες όσο αφορά την επεξεργασία και διάθεση των αποβλήτων τους. Στο άρθρο 1 δίνονται οι ορισμοί: «λυμάτα», «βιομηχανικά απόβλητα», «επεξεργασία» κ.ά. Το άρθρο 2 αναφέρεται με γενικούς όρους όσον αφορά την διάθεση των λυμάτων και στα άρθρα 3 και 4 παρουσιάζονται τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν τα επιφανειακά και τα θαλάσσια νερά ανάλογα με τις χρήσεις τους. Στην συνέχεια στα άρθρα 7 και 8 θέτονται οι όροι για τη διάθεση των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος και στο υπέδαφος. Τα άρθρα 9 έως 13

αναφέρονται στους όρους και στις μεθόδους που πρέπει να τηρούν και να ακολουθούν μεμονωμένες μονάδες (κατοικίες, σχολεία, ξενοδοχεία, κ.α.) κατά την επεξεργασία των λυμάτων τους. Τέλος, στα άρθρα 14, 15 και 16 καθορίζονται ο τρόπος και οι απαιτήσεις για την αδειοδότηση της διάθεσης λυμάτων η βιομηχανικών αποβλήτων, η ισχύς της διατάξεως και οι κυρώσεις και επίσης δίνονται μεταβατικές διατάξεις για τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις διαθέσεως των λυμάτων και μέθοδοι εξετάσεως βιομηχανικών αποβλήτων ή υδάτων.

- Μια σημαντική οδηγία εφαρμογής της Υ.Δ. Ε1 Β/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 η βιομηχανικών αποβλήτων, τον τρόπο ανανέωσης προσωρινής άδειας διαθέσεως τους και στοιχεία για τον έλεγχο αποδόσεως των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Στο παράρτημα Ι της Οδηγίας υπάρχει ενδεικτικός πίνακας με τα προτεινόμενα χαρακτηριστικά ποιοτικών παραμέτρων, για τον έλεγχο των βιομηχανικών αποβλήτων κατά κλάδο και είδος βιομηχανίας. Έτσι στην κατηγορία Βρώσιμα Λίπη και Έλαια του κλάδου Τροφών και Ποτών, οι τακτικοί ποιοτικοί παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται είναι το ΒΟD5, και το COD, τα αιωρούμενα στερεά, τα διαλυμένα στερεά, τα λίπη, τα έλαια και το pH ενώ οι συμπληρωματικοί παράμετροι είναι το Ν, ο Ρ, τα θειικά και τα θειούχα κατά περίπτωση.

- Επίσης σημαντικότερες Οδηγίες Εφαρμογής της Υ.Δ. Ε18/221/65 αποτελεί η εγκύκλιος του ΥΓΠ&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 ΥΓΠ& ΚΑ ΜΕ ΑΡ. 242/27-1-1992, που αναφέρεται στην έγκριση των μελετών επεξεργασίας και διαθέσεως των υγρών αποβλήτων καθώς και στις σχετικές άδειες.

- Το πιο σημαντικό βήμα που έχει γίνει μέχρι σήμερα στην ελληνική νομοθεσία για τα Απόβλητα των Ελαιοτριβείων, αποτελεί η εγκύκλιος του ΥΓΠ&ΚΑ με αρ. ΥΜ/5784/23-1-1992 και αρ. 4419/23-10-1992. Αυτή η εγκύκλιος αναφέρει αναλυτικά: «Έχοντας υπόψη τα προβλήματα που δημιουργούνται στο περιβάλλον από τη διάθεση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων», σας γνωρίζουμε τα εξής:

Ι.Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων με χημική μέθοδο

(εξουδετέρωση με υδράσβεστο και χημική κροκίδωση) αποτελεί μια μέθοδος μείωσης του οργανικού και χημικού ρυπαντικού φορτίου, για χαμηλά όμως ποσοστά. Ακόμα και με πλήρη σχεδόν απόδοση των εγκαταστάσεων δεν προσεγγίζει τα επιθυμητά επίπεδα, όπως προβλέπεται από την Υ.Δ. Ε1Β/221/65 και τις σχετικές εγκυκλίους.

II. Η προαναφερόμενη μέθοδος είναι μια κλασική και ευρέως διαδεδομένη μέθοδος μείωσης της ρύπανσης, πλην όμως υπάρχουν και άλλες παραλλαγές αυτής ή και συμπληρωματικές (π.χ. διάφορα κροκιδωτικά υλικά, συνδυασμός με αναερόβια βιολογική επεξεργασία κ.λ.π). Επειδή πρόκειται για επιβαρημένα και δύσκολα στο χειρισμό απόβλητα, θα πρέπει η επιλεγόμενη μέθοδος επεξεργασίας, πέραν της υψηλής αποδοτικότητας και λειτουργικότητας, να είναι και τεχνικό οικονομικώς συμφέρουσα στις μικρές επιχειρήσεις (ελαιοτριβεία). Στο πλαίσιο αυτό στρέφονται και οι ερευνητικές μελέτες που έγιναν και γίνονται και που οπωσδήποτε τα αποτελέσματα θα συνεκτιμηθούν και θα γίνουν οι ανάλογες νομοθετικές ρυθμίσεις (εγκύκλιοι, τροποποιήσεις Υγειονομικών Διατάξεων κ.λ.π).

III. Ο τελικός αποδέκτης των επεξεργασμένων αποβλήτων θα καθορίζεται πάντοτε στο πλαίσιο της Υ.Δ. Ε1Β/221/65 και της εγκυκλίου με αρ. οικ. ΥΜ 2985/29-5-91 και οπωσδήποτε θα λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές συνθήκες. Η θάλασσα και γενικότερα οι υδάτινοι αποδέκτες θα πρέπει να αποφεύγονται και αποτελούν μόνο την αναπόφευκτη λύση, αφού αποκλεισθούν όλες οι άλλες δυνατότητες τελικής διάθεσης (υπεδάφιας, επιφανειακά στο έδαφος κ.λ.π).

• **ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ ΑΡΙΘΜ. 1180:** «Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγόμενων εις τα της λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνών, πάσης φύσης μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει» (ΦΕΚ 293/τ.α./6-10-1981). Το Προεδρικό αυτό Διάταγμα αποτελεί την προγενέστερη μορφή του Ν. 1650/86, δηλαδή του νόμου πλαίσιο για το περιβάλλον. Έτσι, δίνει ορισμούς όπως για το «περιβάλλον», τη «ρύπανση», τη «μόλυνση», κ.λπ. Μεταξύ άλλων το Διάταγμα αυτό καθορίζει με το άρθρο 3 τις «κατευθυντήριες τιμές, εκ των οποίων θα καθορίζονται εκάστοτε το' επιτρεπόμενα όρια εκπομπής ρυπανουσών ουσιών δι' έκαστο υδάτινο αποδέκτη, αναλόγως της χρήσεως και της αφομοιωτικής ικανότητας αυτού, συμφώνως προς τα εκάστοτε ισχύουσας υγειονομικές διατάξεις». (Μπαλής Κ. 1997)

2.1.3. Απόβλητα ελαιουργείων και ρύπανση.

Περιβαλλοντικά προβλήματα αποβλήτων δεν αναφέρονται και μάλλον δεν υπήρχαν, ή δεν ήταν σοβαρά στο παρελθόν. Υπάρχουν μαρτυρίες ότι τα υποπροϊόντα των ελαιοτριβείων έβρισκαν ποικίλους τρόπους αξιοποίησης. Πολλοί αγρότες χρησιμοποιούσαν τα λιοζούμια, για τη βελτίωση της γονιμότητας εδαφών, μια πρακτική που συνιστούσε πριν 2.000 χρόνια στα "Γεωργικά" του ο Κάτων (Macus Porcius Cato 234-149 π.Χ) στο βιβλίο του "De agricultura".

Έπειτα, ο ελαιοπυρήνας, τα γνωστά "λιοκόκκια" των παραδοσιακών μικρών ελαιοτριβείων, ήταν αρκετά πλούσια σε υπολείμματα ελαίου και χρησιμοποιούνταν σαν πρόσθετο κτηνοτροφών και σαν καύσιμο. Στα σύγχρονα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία η παραλαβή του ελαιολάδου είναι αποτελεσματικότερη και κατά συνέπεια τα λιοκόκκια που προκύπτουν είναι φτωχότερα σε λάδι και η αξία τους ως κτηνοτροφή μειωμένη. Έπειτα, υποβάλλονται σε εκχύλιση στα πυρηνελαιουργεία για την παραλαβή του πυρηνελαίου. Το πυρηνόξυλο που απομένει αξιοποιείται προς το παρόν σαν καύσιμο.

Τα σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος δημιουργούνται από τα υγρά απόβλητα. Ο εκσυγχρονισμός των ελαιοτριβείων και η αύξηση της παραγωγής του ελαιολάδου, κατά την τελευταία χρόνια, είχε σαν συνέπεια την παραγωγή αυξημένου σχετικά όγκου υγρών αποβλήτων, περίπου όση και η ποσότητα επεξεργασμένου ελαιοκάρπου. Στα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία που ως επί το πλείστον λειτουργούν σήμερα, προστίθεται περισσότερο νερό (ποσότητα ίση με 30-50% του επεξεργασμένου ελαιοκάρπου). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αραίωση των περιεχομένων συστατικών, με συνέπεια τη μείωση του 8005, ωστόσο η τελική ποσότητα των υγρών αποβλήτων αυξάνεται σε 0,65lt/kg ελαιοκάρπου στα κλασσικού τύπου ελαιοτριβεία και 1,00lt/kg ελαιοκάρπου στα φυγοκεντρικού τύπου.

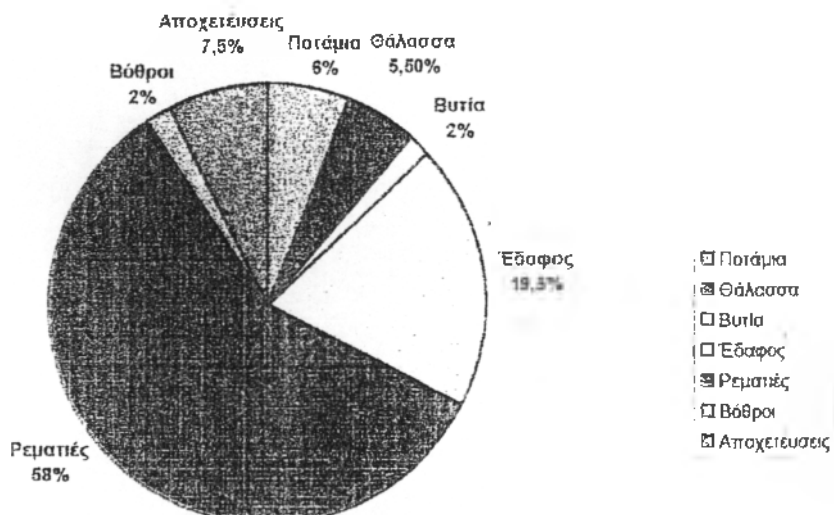
Ο πιο συνηθισμένος, αλλά περιβαλλοντικά επιλήψιμος, τρόπος διάθεσης που εφαρμόζεται είναι η απόρριψη τους σε αποδέκτες «ευκολίας», όπως κοντινούς χειμάρρους, ξερορέματα, έδαφος, θάλασσες, ή και λίμνες.

Σύμφωνα με στοιχεία της εικόνας 1.2 το 58% περίπου των ελαιοτριβείων διοχετεύουν τα απόβλητα τους σε ρεματιές και μεγάλο μέρος τους καταλήγει

αναπόφευκτα σε υδάτινους αποδέκτες. Το 11,5% των ελαιοτριβείων διοχετεύουν τα απόβλητα τους κατευθείαν στη θάλασσα και σε ποτάμια, το 19,5% στο έδαφος και το υπόλοιπο 11% σε διάφορους άλλους αποδέκτες, όπως βόθρους, αποχετευτικούς αγωγούς ή τα απομακρύνουν με βυτία με άγνωστη τελική διάθεση.

Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι σε όλες τις περιπτώσεις έχουν επισημανθεί σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως

- => ρύπανση επίγειων και υπόγειων υδάτινων όγκων και της θάλασσας,
- => εκδήλωση τοξικών φαινομένων στην υδρόβια πανίδα,
- => ζημιές σε γεωργικές καλλιέργειες λόγω της έντονης φυτοτοξικότητας τους,
- => αισθητική υποβάθμιση ακτών ιδιαίτερου κάλλους και μεγάλης τουριστικής αξίας,
- => ενοχλήσεις κατοίκων αστικών κέντρων λόγω της έκλυσης δύσοσμων εκπομπών.



Εικόνα 2.1 "Κύριοι τρόποι διάθεσης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα." (Πολυσίου Μ. , Δήμου Δ. & Μπαλής Κ 1983)

Η ρυπογόνος δράση του κασιόγαρου οφείλεται κυρίως στη μεγάλη περιεκτικότητά του σε οργανικές ουσίες. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται και διάφορες φαινολικές ενώσεις καθώς και λιπαρά οξέα, που επιτείνουν τα προβλήματα, γιατί οι ουσίες αυτές είναι τοξικές, τόσο στα φυτά όσο και στα υδρόβια ζώα. Βέβαια σε μερικές περιπτώσεις ορισμένα φυτά εμφανίζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα από άλλα. Τις περισσότερες φορές όμως αυτή η

διαφορά οφείλεται, είτε στο ότι αυτά τα φυτά είναι βαθύρριζα, είτε στο ότι βρίσκονται σε λήθαργο και έτσι διαφεύγουν της τοξικής δράσης του κασιόγαρου.

Ορισμένες φορές ο κασιόγαρος διεισδύει σε βαθύτερα υδροφόρα στρώματα και ρυπαίνει παρακείμενες πηγές. Στις περιπτώσεις που ο κασιόγαρος απορρίπτεται στην θάλασσα, λίμνες ή ποτάμια, πέρα από την άμεση τοξικότητά του, εμφανίζονται και από πρόσθετα προβλήματα. Πιο συγκεκριμένα, τα σάκχαρα του κασιόγαρου αποτελούν πρόσφορο υπόστρωμα, που ευνοεί την ανάπτυξη ενός μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών. Στο υδάτινο περιβάλλον αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, διότι η ανάπτυξη μεγάλων πληθυσμών μικροοργανισμών συνεπάγεται την κατανάλωση του οξυγόνου που βρίσκεται στο νερό (ευτροφισμός). Έτσι πολλά είδη ψαριών, ακόμη και όσα αντέχουν την άμεση τοξικότητα του κασιόγαρου, αδυνατούν να επιβιώσουν και τελικά αφανίζονται λόγω των συνθηκών ασφυξίας που δημιουργούνται στο περιβάλλον τους.

Στην εκτίμηση του βαθμού τοξικότητας των ΥΑΕ⁶ θα πρέπει να συνυπολογίζονται, η ιδιαίτερη συμπεριφορά των μικροοργανισμών (π.χ ικανότητα να αποδομούν ή να βιοσυσσωρεύουν μια χημική ουσία) και οι επιμέρους επιδράσεις των ΥΑΕ στους οικολογικούς μηχανισμούς (π.χ στον ανταγωνισμό και στην διαδοχή των ειδών). Όπως αναφερθεί το μέγεθος της οικολογικής καταστροφής που συντελείται διαφέρει ανάλογα με τον υδάτινο αποδέκτη και την δυνατότητα αυτοκαθαρισμού του.

Είναι επόμενο, λοιπόν, η ανεξέλεγκτη απόρριψη του κασιόγαρου στο έδαφος, στην θάλασσα κ.τ.λ να υποβαθμίζει το περιβάλλον όχι μόνο αισθητικά, αλλά κυρίως διότι μπορεί να προξενήσει σημαντικές βλάβες, τόσο στα καλλιεργούμενα και αυτοφυή όσο και στις λεπτές ισορροπίες, από τις οποίες εξαρτάται η ζωή στις θάλασσες και τις λίμνες.

Η διάθεση των ΥΑΕ στο έδαφος προτείνεται αφού στερούνται ουσιών υψηλής επικινδυνότητας (Π.χ βαρέα μέταλλα), δεν περιέχουν μη αποδομήσιμες συνθετικές ενώσεις και έχουν ευεργετική επίδραση στο έδαφος όπως δείχνουν σειρά πειραμάτων σε διάφορους αγρούς αλλά και σε ελεγχόμενο εργαστηριακό περιβάλλον. (Πολυσίου Μ., Δήμου Δ. & Μπαλής Κ. 1983)

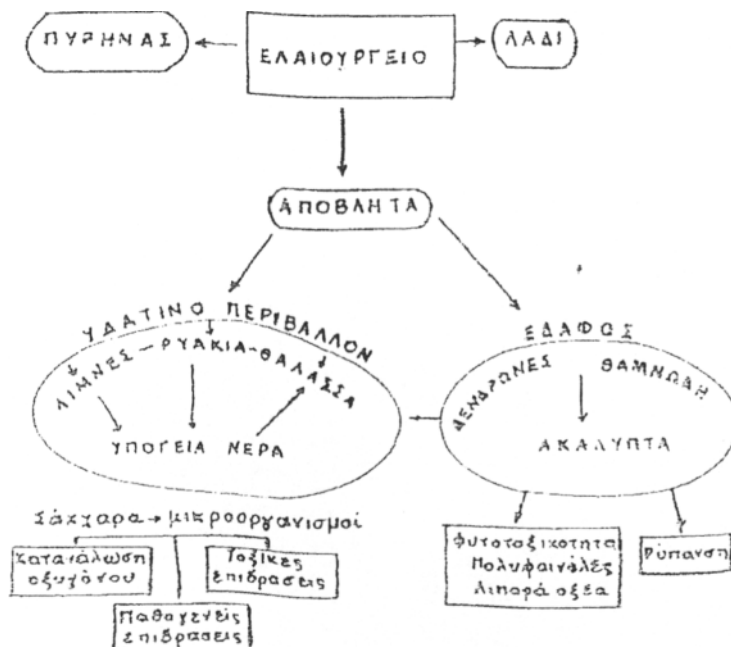
⁶ Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων

Παρόλα αυτά επισημαίνεται:

α) ο κίνδυνος της καταστροφής της δομής του εδάφους από την αύξηση της αλατότητας του. Η συνεχής εφαρμογή ΥΑΕ στο έδαφος οδηγεί σε αύξηση της αγωγιμότητας του εδάφους και της παρουσίας Na που δυνητικά αντικαθιστά το εδαφικό Ca.

β) ο κίνδυνος να επηρεαστεί αρνητικά η βιοχημική ισορροπία του εδάφους λόγω του υψηλού φυτοτοξικού τους περιεχομένου κυρίως σε φαινόλες.

Οι φαινομενικά αντίθετες απόψεις των ερευνητών εξισορροπούνται αν ληφθεί υπόψη ότι η φυτοτοξικότητα που εμφανίζεται συνδέεται άμεσα με την δοσολογία, το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την διάθεση, την καλλιέργεια καθώς και το είδος του εδάφους. Δεν έχει παρατηρηθεί φυτοτοξική δράση σε δέντρα. Η παρεμποδιστική επίδραση στην βλαστικότητα των σπόρων αρκεί συνήθως 2-3 μήνες, ενώ ο βαθμός τοξικότητας διαφοροποιείται ανάλογα με την καλλιέργεια και το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται τα φυτά. Έτσι, η αγροτική γη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διάθεση των ΥΑΕ χάρις στην ικανότητα της να δρα ως ενεργό βιολογικό φίλτρο δίνοντας την ευκαιρία της ανακύκλωσης μέσω της αγροτικής παραγωγής. Θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η καταλληλότητα της καλλιέργειας και τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα μόλυνσης των υδροφόρων οριζώντων



Σχήμα 2.1 "Απόρριψη υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο περιβάλλον και οι επιπτώσεις τους"

2.1.4 Ρυπαντική ικανότητα των απόβλητων.

Τα απόβλητα των ελαιουργείων έχουν πολύ υψηλό BOD (Biochemical Oxygen Demand = βιοχημική απαίτηση οξυγόνου). Αυτό είναι ένα μέτρο της οργανικής μόλυνσης και εκφράζει τον αριθμό των mg του διαλυμένου οξυγόνου που χρειάζονται για να διασπαστούν από τα βακτήρια οι οργανικές ενώσεις που περιέχονται σε ένα λίτρο δείγματος. Η μέτρηση συνήθως γίνεται για διάστημα 5 ημερών στους 20° C και γι' αυτό είναι γνωστό ως BOD₅. Για τα απόβλητα των ελαιουργείων, κυμαίνεται από 14.000 μέχρι 110.000 ppm. Τα υγρά απόβλητα (μη αραιωμένα) που προέρχονται από πρόσφατα μαζεμένες ελιές, έχουν BOD₅ 80.000-90.000 ppm. Αυτά που προέρχονται από ελιές ώριμες και τραυματισμένες έχουν BOD₅ 40.000-50.000 ppm.

Οι τιμές του BOD είναι ιδιαίτερα υψηλές ενώ η τιμή των 25.000mg/l είναι από τις χαμηλότερες που αναφέρονται. Ενδεικτικά λοιπόν μπορεί να ειπωθεί ότι ένα λίτρο ΥΛΕ απαιτεί 25.000mg διαλυμένου οξυγόνου έτσι ώστε να μπορούν οι αερόβιοι μικροοργανισμοί του αποβλήτου να αποδομίσουν την οργανική ύλη του. Αυτό σε κανονικές συνθήκες μεταφράζεται στην ποσότητα των 2.500 λίτρων τρεχούμενου νερού για το κάθε λίτρο ΥΛΕ. Οι συνθήκες ασφυξίας που δημιουργούνται από την διάθεση του αποβλήτου στους υδάτινους αποδέκτες χωρίς καμία προεπεξεργασία, είναι καταστροφικές για την υδάτινη πανίδα και χλωρίδα. Έχει αποδειχτεί η τοξικότητα των ΥΛΕ σε υδρόβιους οργανισμούς όπως διάφορα είδη κυπρίνων (*Chandrosfona polylepsi*, *Ciprinus caprio*).

Το COD² μετρά το οξυγόνο που χρειάζεται για να οξειδωθεί από ένα ισχυρό χημικό οξειδωτικό η οργανική ύλη που περιέχεται σε ένα δείγμα. Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων έχουν COD 41.400-130.000 ppm και παρουσιάζουν δυσαρμονία στο λόγο BOD₅:N: P, που είναι σημαντικός για τη διατροφή των μικροοργανισμών που περιέχουν βιοτοξικές ουσίες π.χ. φαινόλες. Ο περιορισμός της τιμής του BOD₅ είναι συχνά ο κύριος στόχος των κατεργασιών των αποβλήτων και το κυριότερο κριτήριο των κανονισμών.

² (Chemical Oxygen Demand = χημική απαίτηση οξυγόνου)

Τα ελαιοτριβεία είναι επιχειρήσεις εποχιακού χαρακτήρα με μικρό ετήσιο όγκο αποβλήτων (500-5000m³ /έτος) που εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του ελαιοτριβείου, την εγκατεστημένη δυναμικότητα και τον βαθμό εκμετάλευσης της.

2.1.5. Διαχείριση Αποβλήτων

Από τα απόβλητα που δημιουργούνται κατά την διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου, οι πιο προβληματικές στην επεξεργασία τους οργανικές ουσίες, που είναι υπεύθυνες για τις υψηλές τιμές BOD5 και COD είναι οι φαινολικές.

Αυτό συμβαίνει λόγω χαμηλής συγκέντρωσης αζώτου και υψηλής συγκέντρωσης ενώσεων που διασπώνται αργά (όπως τανίνες). Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε οργανικές ενώσεις θα έπρεπε να ήταν πλήρως βιο-αποδομήσιμα, όμως επειδή περιέχουν συστατικά όπως οι πολυφαινόλες και τα λιπίδια αποσυντίθενται με βραδύτερο ρυθμό από άλλους τύπους αποβλήτων.

Αν θέλουμε να μιλάμε για αποδοτική επεξεργασία υγρών θα πρέπει να έχουμε πλήρη βιοδιάσπαση των ρύπων με οικονομική λειτουργία των μονάδων επεξεργασίας. Λόγω μεγάλης ποικιλομορφίας των συστατικών υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογίες και μέθοδοι για την εξάλειψη ή την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιδράσεων στο περιβάλλον. παρακάτω παρουσιάζονται μερικές μέθοδοι για την επεξεργασία των υγρών και στερεών αποβλήτων από την παραγωγή ελαιολάδου. Στόχος η μείωση του οργανικού περιεχομένου και του όγκου των αποβλήτων. Συχνά συνδυάζονται μεταξύ τους, επειδή τα αποτελέσματά τους παρουσιάζουν διαφορές.

2.1.6 Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων

Ήδη ξέρουμε ότι οι μεσογειακές χώρες παράγουν ετήσια μεγάλες ποσότητες στερεών αποβλήτων από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου, που προκαλούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η απόρριψη των αποβλήτων στο περιβάλλον χωρίς προηγούμενη επεξεργασία ή η διάθεση τους στο έδαφος, δεν αποτελεί λύση του προβλήματος, αλλά καθιστά την κατάσταση χειρότερη δεδομένου ότι υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

2.1.7 Μηχανική επεξεργασία

Αναλυτικότερα:

•**Διαχωρισμός, ταξινόμηση, εσχαρισμός:** Η προϋπόθεση για την ανακύκλωση των αποβλήτων είναι ο διαχωρισμός ή η ταξινόμηση των διαφορετικών συστατικών των αποβλήτων σύμφωνα με το μέγεθος και την πυκνότητα των σωματιδίων. Για το διαχωρισμό χρησιμοποιούνται διαφορετικές μέθοδοι διήθησης και εσχαρισμού

•**Συμπύεση:** Ο υγρός ελαιοπυρήνας και η στερεά φάση που προέρχεται από τα υγρά απόβλητα συμπιέζονται με τη βοήθεια μεταλλικών ή υφασμάτων δίσκων για την παραγωγή ξηρού ελαιοπυρήνα ή ξηρών υπολειμμάτων και υγρών αποβλήτων. Τα στερεά απόβλητα καταβυθίζονται σε μια σχάρα. Ειδικά ξέστρα απομακρύνουν το υπόλειμμα από τους δίσκους και το μεταφέρουν σε ειδική χοάνη που καταλήγει στο θάλαμο συμπίεσης, όπου το υλικό υποβάλλεται σε συμπίεση μέσα σε έναν ειδικά διαμορφωμένο σωλήνα και αποβάλλεται σε πλαστικούς ή άλλους περιέκτες.

•**Ξήρανση :** Ο πιο απλός τρόπος για την ξήρανση των στερεών αποβλήτων είναι η εξάτμιση της υγρής φάσης με διασπορά των αποβλήτων στο έδαφος. Προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν είναι δυσσομία και πιθανότητα ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εάν το έδαφος δεν είναι κατάλληλο και η υγρή φάση κινείται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ξηραντήρα που να συνδυάζει ρευστοποιημένη και κινούμενη κλίνη.

Κύριο πρόβλημα της μεθόδου είναι ο έλεγχος της κυκλοφορίας των στερεών αποβλήτων και του θερμού αέρα για τη δημιουργία του κατάλληλου μίγματος ροής στερεών μέσω της ρευστοποιημένης κλίνης στην ξήρανση. Ο ξηρός ελαιοπυρήνας μπορεί να επεξεργαστεί με οργανικούς διαλύτες (π.χ. εξάνιο) για την ανάκτηση πυρηνελαίου. (Πολυσίου Μ., Δήμου Δ. & Μπαλής Κ. 1983)

2.1.8 Βιολογική επεξεργασία

Εδώ αναφερόμαστε σε μεθόδους όπως διάθεσης στο έδαφος, κομποστοποίησης και αναερόβιας ζύμωσης.

Αναλυτικότερα:

•**Διάθεση στο έδαφος** :Η διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος υπό μορφή λιπάσματος, λάσπης ή άλλων αποβλήτων επεξεργασίας τροφίμων, είναι συχνά μια προσιτή εναλλακτική λύση διάθεσης αποβλήτων για τη Βιομηχανία. Η μέθοδος αυτή εκμεταλλεύεται την περιεκτικότητα των αποβλήτων σε θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των καλλιεργειών, ενώ παράλληλα η ενσωμάτωσή τους στο έδαφος λειτουργεί και ως εδαφοβελτιωτικό. Έπειτα από έλεγχο (δοκιμή, χρόνος εφαρμογής) η διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος αυξάνει την περιεκτικότητα των εδαφών σε θρεπτικά στοιχεία, περιορίζει τις δυσάρεστες οσμές και προστατεύει το έδαφος από φαινόμενα διάβρωσης. Μειονέκτημα της μεθόδου η οξίνιση των εδαφών και η μετάδοση ασθενειών σε φυτά και ζώα.

•**Κομποστοποίηση**: Με τον όρο κομποστοποίηση εννοούμε την αερόβια αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας των αποβλήτων. Η αποικοδόμηση οφείλεται στην ενζυματική διάσπαση του οργανικού περιεχομένου των αποβλήτων από τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Η αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας σε νερό, ανόργανα άλατα και διοξείδιο του άνθρακα, συνοδεύεται από μείωση της μάζας των στερεών αποβλήτων κατά 40-50% περίπου. Κατά την επεξεργασία, τα στερεά απόβλητα τοποθετούνται σε σωρούς. Λόγω της έντονης βιολογικής δραστηριότητας των βακτηριδίων κατά την πρώτη φάση αποικοδόμησης, λαμβάνουν χώρα εξώθερμες αντιδράσεις που οδηγούν σε αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του σωρού (70-80°C), συμβάλλοντας παράλληλα στην παστερίωση των στερεών αποβλήτων. Για την γρήγορη και πλήρη αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας θα πρέπει να εξασφαλιστεί ενεργητικός ή παθητικός αερισμός του σωρού. Η διαδικασία κομποστοποίησης ολοκληρώνεται μετά από περίοδο 3-4 μηνών.

Το λίπασμα είναι ένα πολύτιμο προϊόν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους λόγους όπως:

- Βελτίωση της υφής και της βιολογικής δραστηριότητας των εδαφών,
- καθώς και για τη βιο-αποκατάσταση μολυσμένων εδαφών
- Έλεγχος ασθενειών για τα φυτά και τα ζώα
- Λίπανση, μείωση της διάβρωσης και αρχιτεκτονική τοπίου
- Αναδάσωση, αποκατάσταση υγροτόπων

Το τελικό προϊόν είναι υψηλής ποιότητας και κατάλληλο για γεωργική χρήση ως λίπασμα. Αντιπροσωπεύει ένα είδος ανακύκλωσης των οργανικών και ανόργανων ουσιών που δεν απαιτεί την παρουσία χημικής ή βιολογικής επεξεργασίας.

Ένα από τα κύρια προβλήματα για την εφαρμογή του κομπόστ από τα στερεά απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι η παρουσία ανεπιθύμητων οσμών και η δημιουργία νερού στράγγισης που απαιτεί συμπληρωματικό χειρισμό. Η απομάκρυνση των αερίων που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης γίνεται με τη χρήση βιοφίλτρων, τα οποία αυξάνουν τη συνολική δαπάνη της τεχνολογικής επεξεργασίας.

Δεδομένου ότι οι λειτουργικές δαπάνες και οι δαπάνες προσωπικού είναι χαμηλές, η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει αποδεκτή από τις μεταποιητικές μονάδες, όμως η οικονομική βιωσιμότητα μιας μονάδας κομποστοποίησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη δυνατότητα πώλησης του τελικού προϊόντος. Δεδομένου ότι τα ελαιοτριβεία λειτουργούν εποχικά, περίπου τρεις μήνες ετησίως, θα πρέπει να επιλεγεί μια μέθοδος που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους τύπους αποβλήτων.

- **Αναερόβια ζύμωση /χώνευση :** Η αναερόβια χώνευση των στερεών αποβλήτων είναι μια διαδικασία που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη διαχείριση των αποβλήτων και αποτελεί μια ευρέως εφαρμοσμένη τεχνολογία. Μια τεχνολογική λύση είναι η ρύθμιση της περιεκτικότητας του νερού των αποβλήτων σε 90% τουλάχιστον (υγρή ζύμωση) και η επεξεργασία τους σε μικτό βιολογικό αντιδραστήρα (που χρησιμοποιείται επίσης και για τα υγρά απόβλητα). Η δεύτερη λύση είναι η επεξεργασία των αποβλήτων, με περιεκτικότητα νερού 60-70%, σε βιο-αντιδραστήρα σταθερής κλίνης.

Δυστυχώς, η αναερόβια επεξεργασία δεν είναι η καταλληλότερη μέθοδος για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Αυτό οφείλεται στη χαμηλή περιεκτικότητα νερού των στερεών αποβλήτων που προκαλεί προβλήματα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, ιδιαίτερα αποβλήματα αποφράξεων. Ένας άλλος λόγος είναι το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την έναρξη της διαδικασίας, ιδιαίτερα μετά από μια μεγάλη περίοδο παύσης λειτουργίας της μονάδας. Επιπλέον, η μέθοδος απαιτεί περαιτέρω προ-επεξεργασία, που οδηγεί σε αύξηση των λειτουργικών δαπανών.

Η εμπειρία από το παρελθόν δείχνει ότι η αναερόβια ζύμωση /χώνευση είναι μη οικονομικά συμφέρουσα μέθοδος επεξεργασίας. (Μπαλής Κ. 1997)

2.1.9 Θερμική επεξεργασία

Εδώ ανήκουν διαδικασίες επεξεργασίας μέσω πυρόλυσης, αεριοποίησης, αποτέφρωσης και απόθεσης. Αναλυτικότερα:

Πυρόλυση : Η χρήση θερμότητας για την αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων, απουσία Οξυγόνου, καλείται πυρόλυση . Αυτή η διαδικασία εφαρμόζεται σπάνια και μετατρέπει οποιοδήποτε υλικό που περιέχει άνθρακα σε ένα συνθετικό αέριο που αποτελείται κυρίως από μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Απόβλητα με υψηλή θερμοϊκή αξία που μπορούν να απελευθερώσουν μεγάλο ποσό θερμότητας είναι τα πιο κατάλληλα για αυτήν την μέθοδο. Το συνθετικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ατμού ή ως βασικό χημικό αντιδραστήριο. Μερικά μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η δημιουργία υγρών και στερεών υπολειμμάτων καθώς επίσης και μεγάλες ποσότητες συμπυκνωμένου νερού που απαιτεί περαιτέρω διαχείριση. Η πυρόλυση εφαρμόζεται με επιτυχία στο ξύλο, στην κυτταρίνη, στην αποξηραμένη λάσπη (ιλύ), στα απόβλητα φρούτων και λαχανικών με περιεκτικότητα νερού περίπου 5%.

Αεριοποίηση : Η αεριοποίηση της Βιομάζας είναι μια νέα φυσικοχημική μέθοδος, ειδικά για την επεξεργασία του ελαιοπυρήνα από τον οποίο έχει αφαιρεθεί το λάδι. Η μέθοδος βασίζεται στο συνδυασμό ενός ρευστοποιημένου και ενός κινούμενου συστήματος. Η διάταξη του εξαιρωτή περιλαμβάνει διάφορες ζώνες αντίδρασης. Στο κάτω τμήμα υπάρχει μια ρευστοποιημένη κλίση, που διατηρεί την απαραίτητη καύση (εξώθερμη αντίδραση) η οποία εξασφαλίζει τη διατήρηση της θερμικής ισορροπίας μέσα σε ολόκληρο τον αντιδραστήρα. Η απόδοση της αεριοποίησης είναι: ποσοστό 50% των στερεών καίγονται και το υπόλοιπο αεριοποιείται.

Αποτέφρωση : Τα απόβλητα μπορεί να καούν σε ελεγχόμενες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων ή σε λιγότερο ελεγχόμενους φούρνους καύσης. Τα απόβλητα χρησιμοποιούνται ως καύσιμο υλικό, από το οποίο μπορεί να ανακτηθεί θερμότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, από 1

τόνο επεξεργασμένων αποβλήτων ελιών μπορεί να παραχθεί 400.000 kcal (=465kWh). Η τέφρα που απομένει μετά την επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως πηγή ανόργανων αλάτων, μια πρακτική που δεν επιτρέπεται σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ. Η μέθοδος της αποτέφρωσης υπόκειται σε αυστηρή περιβαλλοντική νομοθεσία. Η Οδηγία 2000/76 για την αποτέφρωση των αποβλήτων τέθηκε σε ισχύ για να εμποδίσει ή να περιορίσει όσο το δυνατό περισσότερο τις αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον, με έμφαση στη ρύπανση του αέρα, του εδάφους, των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, με τους επακόλουθους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Ο στόχος αυτός θα επιτευχθεί με τη θέσπιση οριακών τιμών εκπομπής για τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συν-αποτέφρωσης αποβλήτων εντός Ε.Ε. και επίσης μέσω της εφαρμογής της Οδηγίας 75/442/ΕΟΚ που καλύπτει τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συν-αποτέφρωσης.

Οι εγκαταστάσεις αποτέφρωσης βιομηχανικών αποβλήτων απαιτούν ειδικές συσκευές για την επεξεργασία αερίων και της τέφρας που παράγονται. Η μέθοδος της αποτέφρωσης δεν έχει βρει ευρεία εφαρμογή γιατί τα απόβλητα διατίθενται χωρίς αξιοποίηση, η ενεργειακή ανάκτηση είναι χαμηλή και η τέφρα απορρίπτεται.

Απόθεση

Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής : Η κομποστοποίηση είναι η καλύτερη εναλλακτική λύση για την επεξεργασία στερεών αποβλήτων από τις αγρο-διατροφικές βιομηχανίες. Τα υπολείμματα που δεν μπορεί να ανακυκλωθούν, να κομποστοποιηθούν ή να αξιοποιηθούν ενεργειακά διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Με την πάροδο όμως του χρόνου, τα απόβλητα υφίστανται βιολογικούς και χημικούς μετασχηματισμούς με αποτέλεσμα το σχηματισμό Βιο-αερίου και υγρού αποστράγγισης (στραγγίσματα) που απαιτούν ιδιαίτερο χειρισμό. Συγκεκριμένα, το νερό στράγγισης θα πρέπει να συλλεχθεί και να υποβληθεί σε Βιολογικό καθαρισμό για να μην ρυπάνει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, ενώ το αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. (Τσώνης Σ.Π., 1997)

2.2 Διαχείριση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων

Τις τελευταίες δεκαετίες με την εντατικοποίηση της γεωργίας αναμφίβολα αυξήθηκε η παραγωγή τροφίμων. Παράλληλα όμως προκλήθηκαν σημαντικά

περιβαλλοντικά προβλήματα εξαιτίας των μεγάλων ποσοτήτων υπολειμάτων της και των αλλαγών που συντελέστηκαν στη δομή της.

Ο βαθμός, αντάρκειας ενός παραγωγικού συστήματος εξαρτάται από τον βαθμό επιτυχούς διαχείρισης των βιολογικών διεργασιών που υπεισέρχονται στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων, τη φυτοπροστασία, και τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους. Με άλλα λόγια, η λύση του προβλήματος εντοπίζεται στους τρόπους με τους οποίους θα καταστεί δυνατός ο μετασχηματισμός του ευθύγραμμου μοντέλου σε κυκλικό. Η υιοθέτηση ενός κυκλικού παραγωγικού συστήματος δεν παραπέμπει υποχρεωτικά σε καλλιεργητικές πρακτικές των αρχών του αιώνα μας. Αλλά, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του θα πρέπει να αποβλέπουν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα, που να εναρμονίζεται με τις νέες κοινωνικές και οικονομικές αντιλήψεις και να αξιοποιεί τις δυνατότητες που προσφέρει η σύγχρονη επιστήμη και τεχνολογία.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα στερεά υπολείματα και τα υγρά απόβλητα των γεωργικών δραστηριοτήτων μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στη γεωργία συμβάλλοντας έτσι, όχι μόνο στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και στη μείωση της ρύπανσης.

Είναι προφανές ότι, πριν από κάθε προσπάθεια επίλυσης τέτοιου είδους προβλημάτων επιβάλλεται να λαμβάνονται υπόψιν, εκτός από τους παράγοντες διαθεσιμότητας, τα οικονομικά δεδομένα της συλλογής, διαχείρισης και χρήσης των υπολειμμάτων.

Τα απόβλητα των ελαιουργείων απασχολούν τους ερευνητές από τη δεκαετία του 1950 και έχουν εξεταστεί διάφορες μέθοδοι επεξεργασίας: φυσικοχημικές (θερμικές, μέθοδοι διαχωρισμού με μεμβράνες), αερόβιας ή αναερόβιας επεξεργασίας καθώς και η δυνατότητα διαθέσεώς τους στο έδαφος.

Σχεδόν όλες οι διεργασίες που χρησιμοποιούνται, για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων έχουν μελετηθεί και στην περίπτωση των αποβλήτων των ελαιουργείων. Μια μεγάλη ποικιλία από, μονάδες επεξεργασίας εργαστηριακού τύπου, πιλοτικού τύπου και πλήρους κλίμακας έχουν προταθεί από διάφορους ερευνητές και εταιρίες.

Τα επεξεργασμένα απόβλητα μετά από ένα αποτελεσματικό φυσικοχημικό στάδιο εξακολουθούν να παρουσιάζουν υψηλή συγκέντρωση ρυπαντικού υλικού και να μην ικανοποιούν ης συνήθεις προδιαγραφές διάθεσης σε αποδέκτες Η ικανοποίηση των προδιαγραφών αυτών απαιτεί υψηλό κόστος Στη συνέχεια θα

αναφερθούν περιληπτικά αυτές οι μέθοδοι διαχείρισης

2.2.1 Απόρριψη αποβλήτων σε δεξαμενές ή τεχνητές λεκάνες για εξάτμιση.

Η μέθοδος της εξάτμισης ήταν ήδη γνωστή από παλαιότερα αλλά σήμερα έχει διαδοθεί στην πράξη κατά θεαματικό τρόπο, όπως συμβαίνει σε αρκετές περιοχές της Κρήτης που παρουσιάζουν ιδιαίτερα κλιματικά πλεονεκτήματα, (π.χ. χαμηλές βροχοπτώσεις και έντονη εξάτμιση).

Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στη συμπύκνωση του αποβλήτου, που προκύπτει από τη μείωση του όγκου λόγω φυσικής εξάτμισης, ενώ παράλληλα έχουμε βιοαποδόμηση συστατικών του και μείωση του BOD₅ και του COD καθώς και προοδευτική μείωση του φαινολικού περιεχομένου.

Οι δεξαμενές αυτές θα πρέπει να έχουν βάθος 0.5- 1 m, για να επιτευχθεί μια ολική εξάτμιση μέχρι το τέλος του καλοκαιριού. Τα στερεά υπολείμματα που απομένουν συγκεντρώνονται με εκσκαπτικό μηχάνημα και συνήθως χρησιμοποιούνται σαν λίπασμα, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε κάλιο και φώσφορο. Τα κυριότερα αρνητικά σημεία της μεθόδου αυτής είναι: α) Ανάγκη ύπαρξης μεγάλων επιφανειών κοντά στα ελαιουργεία για να αποφευχθεί η μεταφορά. β) Παρουσία δυσάρεστων οσμών και εντόμων. γ) Κίνδυνος ρύπανσης, υδροφορέων (διήθηση αποβλήτων σε βαθύτερα υδροφόρα στρώματα και ρύπανση γεωτρήσεων, πηγαδιών, ρυακιών κ.α. Ως θετικά σημεία της μεθόδου είναι η ευκολία και το χαμηλό κόστος κατασκευής και συντήρησης.

2.2.2 Αερόβια επεξεργασία

Κατά την αερόβια επεξεργασία το οργανικό φορτίο του αποβλήτου διασπάται από τους αερόβιους μικροοργανισμούς αποδίδοντας CO₂ και μικροβιακή βιομάζα. Προκειμένου να διαχειριστούν ή να αξιοποιήσουν τα ΥΑΕ οι ερευνητές χρησιμοποιούν ένα πλήθος μικροοργανισμών, εκμεταλλευόμενοι τους μεταβολικούς τους μηχανισμούς.

2.2.3 Φυσικοχημικός καθαρισμός

Η προσθήκη διαφόρων χημικών αντιδραστηρίων, όπως CaO , Ca(OH)_2 πολυηλεκτρολυτών κ.λ. π., χρησιμοποιήθηκε για τον καθαρισμό των αποβλήτων. Οι διαλυμένες ή σε αραιώση οργανικές ύλες παρακρατούνται από τα κατακρημνιζόμενα άλατα και έτσι επιτυγχάνεται διάλυση και καθαρισμός των αποβλήτων της τάξης του 60-70%. Κύριο μειονέκτημα είναι η εμφάνιση λάσπης σε ποσοστό 20% των αποβλήτων.

2.2.4 Θερμική συμπύκνωση.

Πρόκειται για συμπύκνωση των αποβλήτων με εξάτμιση μέσω ειδικών εξατμοποιητών. Με τη μέθοδο αυτή μειώνεται κατά 75% ο όγκος των αποβλήτων και επιτυγχάνεται η επανάκτηση του λαδιού που περιέχεται στα απόβλητα σε ποσοστό 0,1-0,3% καθώς και επαναχρησιμοποίηση του εξατμισμένου-συμπυκνωμένου νερού στο ίδιο ελαιουργείο.

Η μέθοδος αυτή βρίσκεται ουσιαστικά ακόμη σε φάση πειραματική. Απαιτείται να προσδιοριστούν ακόμη διάφορες παράμετροι, όπως μέγιστη συγκέντρωση που μπορεί να επιτευχθεί, ποσοστό επανάκτησης του λαδιού, ποιότητα χρήσεως συμπυκνώματος κ.τ.λ.

2.2.5 Αερόβιος βιολογικός καθαρισμός.

Με τη χρήση του μύκητα *Phanerochaete chrisosporium* η αερόβια επεξεργασία μπορεί να γίνει απ' ευθείας σε αραιωμένα απόβλητα είτε σε απόβλητα που προέρχονται από αναερόβια χώνευση. Ενθαρρυντικά αποτελέσματα έχει δώσει η χρήση του μύκητα *Aspergillus niger* οποίος φαίνεται ότι έχει αξιόλογες δυνατότητες αποδόμησης διαφόρων ενώσεων των ΥΑΕ με σύγχρονη «αποτοξικοποίηση» τους. Παρόμοια προσέγγιση πραγματοποιείται από τους, οι οποίοι χρησιμοποιούν αερόβια επεξεργασία με τους μύκητες *Azotobacter chroococum*, *Aspergillus terreus* και *Geotrichum candidum* με αποτέλεσμα τη μείωση των ολικών φαινολικών έως και 95% και την μείωση του COD έως και 75%. Επίσης η βιομάζα που παράγεται από τους μύκητες μπορεί να αποτελέσει ζωοτροφή για τα μυρμηκαστικά.

2.2.6 Τεχνητή εξάτμιση.

Συντελεί στην μείωση του COD μέχρι 90% μέσω της χρήσης ειδικών συσκευών σε βιομηχανικό επίπεδο (industrial evaporators). Στη συνέχεια μπορεί να γίνει και θερμική αποσύνθεση των αποβλήτων μέσω μιας πυρολυτικής επεξεργασίας 2 σταδίων. (Μαρκαντωνάτου Γ. 1990)

2.3 Χρήσεις των Υ.Α.Ε

2.3.1 Εφαρμογή στο έδαφος

Εδάφη που δέχονται κατσίγαρο υπό ελεγχόμενες συνθήκες και χειρισμούς που εξασφαλίζουν αερόβιες συνθήκες, εκδηλώνουν πολύ αξιόλογες και ενδιαφέρουσες βιολογικές ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα το έδαφος εμπλουτίζεται με εξειδικευμένους μικροβιακούς πληθυσμούς που έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο. Εκτός αυτού το έδαφος αποκτά επισχετικές ιδιότητες (suppressiveness) έναντι σημαντικών εδαφογενών φυτοπαθογόνων μυκήτων.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι μια και μόνη διαβροχή του εδάφους με κατσίγαρο δεν επαρκεί για την ενεργοποίηση και εκδήλωση των σημαντικότερων ίσως μικροβιακών μηχανισμών. Για να δράσει εμπλουτιστικά ο κατσίγαρος ώστε να μεταβληθεί η ισορροπία των αυτοχθόνων μικροβιακών πληθυσμών και να εκδηλωθούν σε ένταση τα φαινόμενα της δέσμευσης του μοριακού αζώτου, της επισχετικής δράσης ή για να βελτιωθεί ο εδαφικός ιστός απαιτούνται επανειλημμένοι χειρισμοί και χρόνος.

Γίνεται φανερό ότι δεν γίνεται απλά χρησιμοποίηση του εδάφους ως φυσικού βιοαντιδραστήρα για την αποδόμηση ενός ανεπιθύμητου υλικού, αλλά στην χρησιμοποίηση του κατσίγαρου για την αξιοποίηση υποβαθμισμένων ή μειωμένης γονιμότητας εδαφών.

2.3.2 Ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων για την επίτευξη μονοκυτταρικών πρωτεϊνών.

Η υψηλή περιεκτικότητα των αποβλήτων σε σάκχαρα (8% περίπου όταν οι ελιές βρίσκονται σε καλή κατάσταση), επιτρέπει την παραγωγή μονοκυτταρικών πρωτεϊνών με την βοήθεια της ζύμης *Candida utilis*. Με τον τρόπο αυτό τα σάκχαρα μετατρέπονται κατά 50% σε πρωτεΐνες αδιάλυτες, που είναι πολύ κατάλληλες για τη διατροφή των ζώων και οι οποίες λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε αμινοξέα, αλλά και λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε βιταμίνη Β, μπορούν να ανταγωνιστούν το αλεύρι της σόγιας.

Αρνητικό σημείο στη μέθοδο αυτή είναι η ταχεία αποικοδόμηση των σακχάρων του ελαιοκάρπου κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης που προηγείται της έκθλιψης.

2.3.3 Βιομεθανοποίηση ή αναερόβιος Βιολογικός καθαρισμός.

Η αναερόβια ζύμωση περιλαμβάνει μια σειρά μικροβιολογικών διαδικασιών που μετατρέπουν την οργανική ύλη σε μεθάνιο. Τα τελευταία χρόνια η κατανόηση της μικροβιολογικής αυτής διαδικασίας και ο σχεδιασμός εξελιγμένων τύπων βιοαντιδραστήρων επέτρεψαν την χρήση της αναερόβιας επεξεργασίας για υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου μπορούν να συνοψιστούν στα εξής σημεία:

(α) Στην αερόβια ζύμωση χρησιμοποιείται το άμεσα διαθέσιμο διοξείδιο του άνθρακα σαν αποδέκτης ηλεκτρονίων και δεν χρειάζεται η παροχή οξυγόνου που αυξάνει το κόστος διαχείρισης του αποβλήτου.

(β) Παράγονται μικρές ποσότητες λάσπης ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που αποκομίζεται από την αποδόμηση των ΥΛΕ αποδίδεται στο τελικό προϊόν (μεθάνιο). Το τελικό προϊόν λοιπόν το οποίο περιέχει περίπου το 90% της ενέργειας μπορεί να χρησιμεύσει για την καύση στους ζυμωτήρες ή για να παράγει ηλεκτρισμό.

Ωστόσο αν και υποστηρίζεται ότι η επεξεργασία αποβλήτων με υψηλό BOD υπό αναερόβιες συνθήκες είναι οικονομικότερη από την αερόβια υπάρχουν μειονεκτήματα που ιδιαίτερα στην περίπτωση της διαχείρισης των ΥΛΕ μπορεί να αποτελέσουν ανασταλτικούς παράγοντες στην εφαρμογή της αφού:

(α) Είναι γενικά πιο αργή διαδικασία από την αερόβια (αυξημένοι χρόνοι παραμονής). Οι χρόνοι παραμονής που αναφέρονται από τους διάφορους ερευνητές κατά την διαχείριση των ΥΛΕ μέσω της αναερόβιας ζύμωσης

ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του βιοαντιδραστήρα και τον χειρισμό που έχουν δεχθεί τα απόβλητα. Οι χρόνοι αυτοί κυμαίνονται από πέντε μέρες σε απόβλητα που έχουν υποστεί βιομετατροπή με αερόβια επεξεργασία ως και σαράντα μέρες σε απόβλητα που δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία ροής.

(β) Όσον αφορά στην βιοαποικοδόμηση έμμονων ουσιών απαιτούνται σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις των αρχικών υποστρωμάτων. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην παρουσία τοξικών ενώσεων. Οι ενώσεις που υπάρχουν στα ΥΑΕ παρεμποδίζουν σε τέτοιο βαθμό τη δράση, των μεθανογόνων βακτηρίων ώστε μειώνεται κατά πολύ η παραγωγή μεθανίου και η μέθοδος καθίσταται μη βιώσιμη οικονομικά. Η διαπίστωση αυτή έχει οδηγήσει τους ερευνητές σε μία διαφορετική στρατηγική διαχείρισης του αποβλήτου που περιλαμβάνει ένα στάδιο αερόβιας επεξεργασίας πριν την αναερόβια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της συγκέντρωσης των ουσιών που εμφανίζουν παρεμποδιστική δράση.

2.3.4 Παραγωγή αντιοξειδωτικών ουσιών.

Ερευνάται η εξαγωγή φαινολικών ουσιών από τα ΥΑΕ και χρησιμοποίηση τους ως αντιοξειδωτικών σε λίπη και έλαια.

2.3.5 Παραγωγή πρώτων υλών.

Εξαγωγή διαφόρων συστατικών από τα ΥΑΕ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό μειγμάτων ζωοτροφών για πουλερικά, γαλακτωματοποιητές, τασενεργές ουσίες και άλλες ουσίες.

2.3.6 Παραγωγή βιοτασενεργών ουσιών (Biosurfactants).

Μερικά στελέχη *Pseudomonas Sp.* έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται και να συσσωρεύουν ραμνολιπίδια (*ramnolipids*) - ενώσεις με τασιενεργές ιδιότητες - χρησιμοποιώντας τα ΥΑΕ ως μοναδική πηγή άνθρακα.

2.3.7 Εναντίον φυτικών ασθeneιών.

Έχουν δοκιμαστεί τα ΥΑΕ πάνω στο μικροοργανισμό *Pseudomonas syringae pv. savastanoi* με ενθαρρυντικά αποτελέσματα, αν και ως εφικτή λύση προτείνεται τη χρήση συστατικών των ΥΑΕ όπως η υδροξυτυροσόλη που στερείται φυτοτοξικότητας.

2.3.8 Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών

Η καλλιέργεια των εδώδιμων μυκήτων είναι μια διαδικασία ελεγχόμενης βιομετατροπής λιγνοκυτταρινούχων υλικών σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Εξίσου σημαντική είναι και η διαπίστωση ότι οι μύκητες του γένους *Pleurotus* διαθέτοντας έναν ιδιαίτερα αποδοτικό ενζυμικό μηχανισμό αποδόμησης των φαινολικών ουσιών που περιέχονται στα λιόζουμα, μειώνουν σημαντικά τη φυτοτοξική δράση και μάλιστα να προκαλούν τον αποχρωματισμό τους. Η περαιτέρω διερεύνηση των δυνατοτήτων ανάπτυξης μυκηλιακής βιομάζας στα υγρά απόβλητα, εκτός από την ασφαλέστερη απόρριψη τους μπορεί να στοχεύσει στην παραγωγή μικροβιακής πρωτεΐνης ή και εδαφοβελτιωτικού. Επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η χρησιμοποίηση του εξαντλημένου υλικού καλλιέργειας ως ζωοτροφή. Ο αποικισμός του υποστρώματος από το μυκήλιο του μύκητα εμπλουτίζει σημαντικά το περιεχόμενο του σε πρωτεΐνη, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει την πεπτικότητα του μέσω της επιλεκτικής αποδόμησης της λιγνίνης, η οποία διευκολύνει την περαιτέρω προσβολή της κυτταρίνης από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας των μυρηκαστικών. Ανάλογη βελτίωση της διαιτητικής αξίας λιγνικυτταρινούχων υπολειμμάτων γεωργικής δραστηριότητας έχει σημειωθεί προηγουμένα με άχυρο σιτηρών, στελέχη φυτών βάμβακος, στέμφυλα, κλπ.

2.3.9 Λίπανση - άρδευση.

Πολλές μελέτες και έρευνες έχουν γίνει για την δυνατότητα χρησιμοποίησης των αποβλήτων στη λίπανση καλλιεργειών επειδή η περιεκτικότητά τους σε λιπαντικά στοιχεία είναι αξιόλογη.

Σημεία που συνηγορούν για μια τέτοια λύση είναι:

α) Υψηλή περιεκτικότητα σε K και αξιόλογη σε P και Mg,

β) Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη η οποία μπορεί να συντελέσει στην ανάπτυξη μικροοργανισμών του εδάφους που βελτιώνουν ης φυσικοχημικές του ιδιότητες και αυξάνουν την ικανότητα του για συγκράτηση νερού και ανόργανων στοιχείων.

Η Νορμαχία Αχαΐας εφαρμόζει ήδη από την τρέχουσα ελαιοκομική περίοδο ένα πιλοτικό πρόγραμμα διάθεσης των αποβλήτων των ελαιοτριβείων στους ελαιώνες για την περιοχή της Αιγιαλείας.

Σημεία με αρνητικές επιπτώσεις στην περίπτωση αυτή είναι:

α) Η υψηλή αλατότητα (8-18 mmhos/cm) που μπορεί να συντελέσει σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος.

β) Υψηλή οξύτητα (pH =4-6)

γ) Υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες πολλές από ης οποίες είναι υπεύθυνες για τα φυτοτοξικά συμπτώματα που παρουσιάζονται μετά από την εφαρμογή των αποβλήτων σε καλλιέργειες που βρίσκονται σε βλαστική δραστηριότητα (ζιζανιοκτόνος δράση).

Σύμφωνα με τις υπάρχουσες γνώσεις επιβεβαιώνεται η δυνατότητα εφαρμογής των αποβλήτων για άρδευση χωρίς κίνδυνο για τις καλλιέργειες ή το περιβάλλον υπό τις εξής προϋποθέσεις:

Η εφαρμογή να γίνεται στο ενδιάμεσο των σειρών των δέντρων, σε περίοδο που δεν υπάρχει βλαστική δραστηριότητα. Οι ολικές ποσότητες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 3m³/στρ. για απόνερα κλασικών και τα 10m³/στρ. για απόνερα φυγοκεντρικών ελαιουργείων και πρέπει να εφαρμόζονται κλιμακωτά, με μικρές δόσεις. Σε περιπτώσεις ετήσιας καλλιέργειας η σπορά πρέπει να γίνεται έναν τουλάχιστον μήνα μετά την τελευταία άρδευση. Η άρδευση του εδάφους με απόβλητα δεν πρέπει να επαναλαμβάνεται συχνότερα από δυο χρόνια.

(Τσώνης Σ.Π., 1997)

2.4 Νέες προοπτικές

Τελευταία εξετάζονται και άλλες φυσικές ή φυσικοχημικές κατεργασίες με σκοπό την απόληψη υποπροϊόντων με εμπορικό ενδιαφέρον. Μεταξύ αυτών σπουδαιότερες είναι:

- Υπερδιήθηση

Χρησιμοποιούνται πορώδεις μεμβράνες που διαχωρίζουν τις διαλυμένες ουσίες με βάση το μέγεθος των μορίων τους. Συνήθως επιδιώκονται: Συγκέντρωση του ρυπογόνου τμήματος σε μικρό όγκο, απόληψη υποπροϊόντων αξίας, επαναχρησιμοποίηση του νερού.

- Αντίστροφη ώσμωση

Χρησιμοποιούνται ωσμωτικές μεμβράνες για συγκράτηση αμινοξέων, βιταμινών, απλών σακχάρων ή και ανόργανων συστατικών. Η μείωση του BOD₅ μπορεί να φτάσει το 97%, αλλά το υψηλό κόστος των μεμβρανών και το εύκολο βουλώμα τους δεν επιτρέπουν την πρακτική χρήση.

Εκτός από τις παραπάνω χρήσεις των υγρών αποβλήτων ιδιαίτερα σημαντική είναι η βιολιπασματοποίηση τους καθώς και η συμμετοχή τους στην παραγωγή compost. Λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος τους, ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο η περιγραφή των μεθόδων αυτών.

(Γεωργακάκης Δ., Τζίχα Φ. 1995)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΛΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

3.1 Γενικά περί της βιολιπασματοποίησης των υγρών αποβλήτων.

Ερευνητικές εργασίες που διεξήχθησαν στην διάρκεια των τελευταίων 10 ετών στο εργαστήριο Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γ.Π.Α. αρχικά με την στήριξη του Υπουργείου Γεωργίας και αργότερα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έδειξαν ότι ορισμένα είδη αζωτοβακτηρίων που απαντώνται σε πολλά ελληνικά εδάφη, ευνοούνται από την παρουσία λιόζουμου. Έτσι απομόνωσαν τα βακτήρια αυτά, και τα καλλιέργησαν στο εργαστήριο με αποτέλεσμα την ανάπτυξη τελικά ενός πρωτότυπου συστήματος βιοεπεξεργασίας λιόζουμων. Το σύστημα αυτό στηρίζεται στην ικανότητα ενός ορισμένου στελέχους (*Azotobacter vinelandii strain A*), να αναπτύσσεται εκλεκτικά σε λιόζουμο αερόβια, αρκεί το pH του να έχει προηγουμένως ρυθμιστεί στην αλκαλική περιοχή (pH 7-8). Κατά την διάρκεια του απαιτούμενου χρόνου επώασης το λιόζουμο αποβάλλει τις φυτοτοξικές του ιδιότητες, ενώ παράλληλα εμπλουτίζεται με αζωτοβακτήρια και τα μεταβολικά τους προϊόντα. Μετατρέπεται δηλαδή στο σύνολο του σ' ένα χρήσιμο για τις καλλιέργειες βιολογικό προϊόν.

Η μέθοδος έχει ξεπεράσει το εργαστηριακό στάδιο και βρίσκεται στο στάδιο πιλοτικής εφαρμογής μεγάλης κλίμακας. Η πρώτη μονάδα έχει εγκατασταθεί στο Δήμο Καλαμάτας στα πλαίσια του Έργου «Biotransformation of solid and liquid waste of olives» του προγράμματος Life της Ε.Ε. Η μονάδα θα επεξεργάζεται τα υγρά απόβλητα των 6 ελαιοτριβείων της πόλης, σε συνεργασία με την Νομαρχία Μεσσηνίας το Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε - Ινστιτούτο Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας - , την Επιχείρηση Α&Α. Μαργέλης Ο.Ε. Επιστημονικός υπεύθυνος του έργου είναι ο καθηγητής Κ. Μπαλής. Επίσης μια δεύτερη μονάδα μικρότερης δυναμικότητας εγκαθίσταται στον συνεταιρισμό Πέτα του νομού Άρτας, στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕΤ II και υλοποιείται σε συνεργασία με την εταιρεία ΕΛΒΙΕΞ, το ΕΘΙΑΓΕ και το συνεταιρισμό του Πέτα.

Στο παρελθόν είχε εγκατασταθεί πιλοτική μονάδα βιολιπασματοποίησης

στο ελαιοτριβείο του κ. Π. Καφαντάρη στην θέση Λαδά - Κούτσουρα της κοινότητας Ρωμανού Πυλίας αποτελώντας μέρος μιας ευρύτερης προσπάθειας που είχε αναληφθεί από την Αναπτυξιακή Εταιρεία Δυτικής Μεσσηνίας (ΑΝ.Ε.ΔΥ.Μ.) στα πλαίσια του προγράμματος Leader σε συνεργασία με το Εργαστήριο Γενικής & Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γ.Π.Α.

3.2 Επιδράσεις του κατσίγαρου όταν εφαρμόζεται στο έδαφος.

Μακροχρόνια πειράματα εφαρμογής των αποβλήτων αυτών στο έδαφος οδήγησαν στην διαπίστωση ότι ο κατσίγαρος σε τελευταία ανάλυση προσφέρει ένα εκλεκτικό πλούσιο θρεπτικό υπόστρωμα, στο οποίο είναι δυνατόν να αναπτυχθούν εξειδικευμένοι και από εδαφολογικής απόψεως εξαιρετικά χρήσιμοι μικροοργανισμοί. Οι μικροοργανισμοί αυτοί διαθέτουν την ικανότητα να:

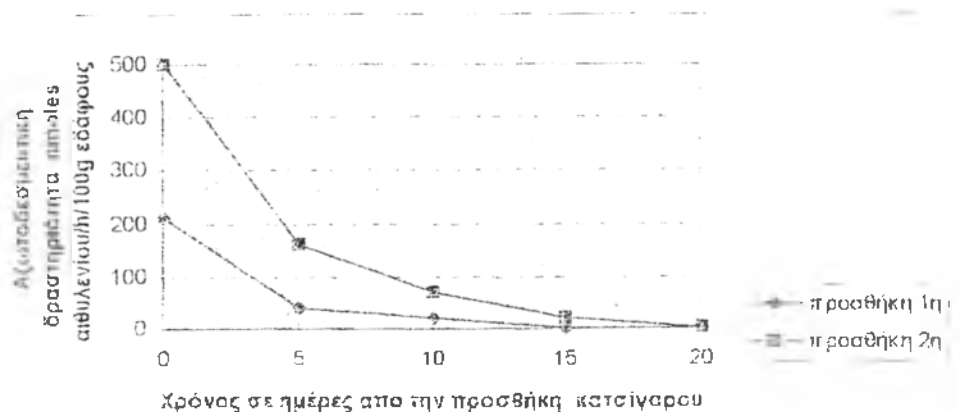
- Μεταβολίζουν και χρησιμοποιούν τα οργανικά συστατικά του κατσίγαρου σαν πηγή ενέργειας
- Δεσμεύουν μοριακό άζωτο από την ατμόσφαιρα και σχηματίζουν αζωτούχες ενώσεις οι οποίες αποικοδομούμενες στο έδαφος αποδίδουν το δεσμευμένο άζωτο υπό μορφή αφομοιώσιμη για τα φυτά
- Παράγουν αυξίνες φυτών που ευνοούν την ανάπτυξη πλουσίου ριζικού συστήματος
- Σχηματίζουν μεγάλες ποσότητες οργανικών πολυμερών ενώσεων με εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες όπως η αύξηση της σταθερότητας των εδαφικών συσσωματωμάτων και κατά συνέπεια η βελτίωση της δομής, του πορώδους και της υδατοικανότητας του έδαφους
- Βελτιώνουν τη γονιμότητα του εδάφους με την ανακύκλωση των λιπαντικών στοιχείων που περιέχονται στα λιόζουμα και την παράλληλη κινητοποίηση εκείνων που βρίσκονται στο έδαφος υπό μη αφομιώσιμη μορφή
- Εμπλουτίζουν το περιβάλλον της ριζόσφαιρας με μικροβιακούς πληθυσμούς ευεργετικούς για την ανάπτυξη των φυτών

3.2.1 Αζωτοδεσμευτική βιολιπασματοποίηση(*Azotobacter vinelandii* stain A.)

Η βιολογική δέσμευση μοριακού (ατμοσφαιρικού) αζώτου είναι η πιο

σημαντική πύλη εισόδου και εφοδιασμού του εδάφους με αξιοποιήσιμες στον κύκλο της ζωής μορφές αζώτου. Η φύση, στην μακρά εξελικτική της πορεία έχει αναπτύξει μια σημαντικά μεγάλη ποικιλία αζωτοδεσμευτικών μηχανισμών, καθένας από του οποίους είναι προσαρμοσμένος στις ιδιαίζουσες λειτουργικές συνθήκες του κάθε οικοσυστήματος. Το κοινό όμως χαρακτηριστικό όλων των μηχανισμών, είναι ότι η αζωτοδεσμευτική λειτουργία συντελείται χάρις στη δράση μερικών ολιγάριθμων σχετικά ομάδων βακτηρίων. Τα βακτήρια αυτά διακρίνονται σε αερόβια ή αναερόβια, ανάλογα με το περιβάλλον που ζουν. Πολλά από τα βακτήρια μπορούν να ζουν ελεύθερα στο νερό ή στο έδαφος, ενώ άλλα έχουν αναπτύξει εξειδικευμένους μηχανισμούς συμβίωσης με ανώτερα φυτά (*Rhizobium- Ψυχανθή*).

Η εφαρμογή κατσίγαρου στο έδαφος υπό ελεγχόμενες αερόβιες συνθήκες συνεπάγεται την ενεργοποίηση, εκτός των άλλων, και των αζωτοδεσμευτικών πληθυσμών του εδάφους, γεγονός που εκδηλώνεται με εντυπωσιακή αύξηση της αζωτοδεσμευτικής του ικανότητας. Μετά από κάθε νέα προσθήκη φρέσκου κατσίγαρου, παρατηρείται έντονη αζωτοδεσμευτική ικανότητα, η οποία μειώνεται προοδευτικά με την εξάντληση των ενεργειακών υποστρωμάτων του κατσίγαρου (Σχήμα 3.1). Η εμπλουτιστική δράση έναντι των αζωτοδεσμευτικών πληθυσμών γίνεται φανερή από την επίταση του φαινομένου της αζωτοδέσμευσης στο δεύτερο, τρίτο, κ.ο.κ κύκλο επεμβάσεων.



Σχήμα 3.1 «Πορεία αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας που εκδηλώνεται στο έδαφος μετά από κάθε νέα προσθήκη κατσίγαρου»

Συγκεκριμένα, όπως αναφέρθηκε, διαπιστώθηκε ότι το λιόζουμο υπό αερόβιες συνθήκες εμπλουτισμού, ευνοεί την εκλεκτική επικράτηση αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων και κατ' εξοχήν ειδών του γένους *Azotobacter*

Το γένος *Azotobacter* περιλαμβάνει αερόβια βακτήρια που ζούν ελεύθερα στο έδαφος και το νερό. Διακρίνονται από το σχετικά μεγάλο τους μέγεθος καθώς και από την εξαιρετικά μεγάλη τους ικανότητα να δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο όταν έχουν στην διάθεσή τους τις πρόσφορες πηγές ενέργειας (σάκχαρα). Η δραστηριότητα τους όμως αυτή είναι συνήθως χαμηλή διότι περιορίζεται από συνθήκες έλλειψης πηγών ενέργειας και άνθρακα που επικρατούν τον περισσότερο καιρό στο έδαφος. Όπως προαναφέρθηκε, δεν είναι οι μόνοι αζωτοδεσμευτικοί οργανισμοί που υπάρχουν στην φύση. Πολύ λίγα βακτήρια όμως είναι ικανά να δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο με ρυθμούς της τάξεως των 10mgN₂/g καταναλισκόμενου σακχάρου, όπως τα αζωτοβακτήρια.

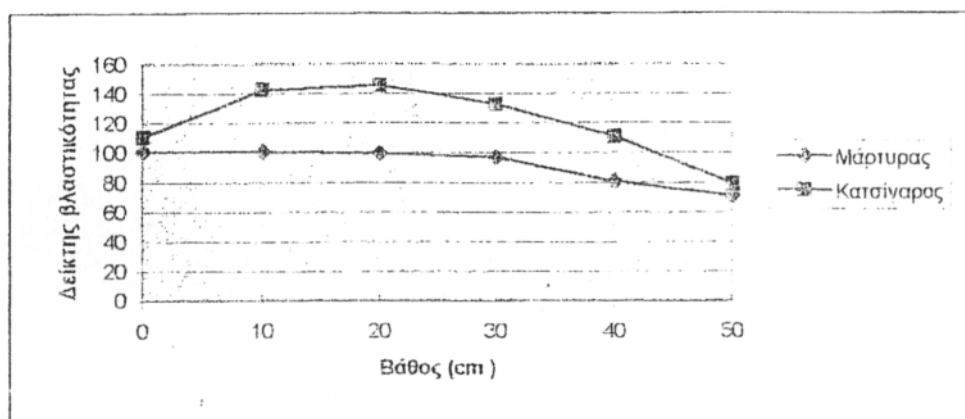
Ο ευεργετικός ρόλος των αζωτοβακτηρίων στην ανάπτυξη των φυτών και την γονιμότητα εν γένει του εδάφους είναι πλέον αδιαμφισβήτητος. Πέραν της αζωτοδεσμευτικής τους λειτουργίας στο έδαφος και ιδιαίτερα στο ριζοσφαιρικό περιβάλλον των φυτών, τα αζωτοβακτήρια παράγουν βιορυθμιστικούς για τα φυτά παράγοντες (plant growth regulators,-PGRs), δρουν επισχετικά έναντι εδαφογενών μυκήτων του ριζικού συστήματος των φυτών (soil suppressiveness), παράγουν εξωπολυσακχαρίδια που βελτιώνουν την δομή και την σταθερότητα του εδάφους και κινητοποιούν δυσδιάλυτες μη αφομοιώσιμες μορφές φωσφόρου στο έδαφος.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το *Azotobacter vinelandii* διαθέτει έναν πολύ εξειδικευμένο σύστημα σιδηροφόρων που του επιτρέπει να εκμεταλλεύεται αποτελεσματικά τις πηγές σιδήρου στο έδαφος και να δημιουργεί επισχετικό περιβάλλον έναντι εδαφογενών μυκήτων του ριζικού συστήματος. Επίσης έχει αναφερθεί ότι συνδυασμένος εμβολιασμός μυκορριζικών μυκήτων (*vesicular-arbuscular mycorrhiza, VAM*) μαζί με *Azotobacter* σε μαρούλια είχε σαν συνέπεια μεγαλύτερη αύξηση των φυτών απ' ότι ο κάθε οργανισμός μόνος του. Διπλός επίσης εμβολιασμός *Azotobacter* με *Bradyrhizobium japonicum* αυξάνει τον σχηματισμό φυματίων σε ψυχανθή. Εξάλλου έχει δειχθεί ότι το *Azotobacter chroococcum* μειώνει τις προσβολές της πατάτας από τον φυτοπαθογόνο μύκητα *Rhizoctonia solani*.

3.2.2. Επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους

Η φυτοτοξικότητα που χαρακτηρίζει τον φρέσκο κατσίγαρο, μειώνεται προοδευτικά με την παλαίωση του. Ο ρυθμός μάλιστα μείωσης φαίνεται ότι εξαρτάται από το ιστορικό χειρισμών του εδάφους με κατσίγαρο. Συγκεκριμένα, η διάρκεια και η ένταση της φυτοτοξικότητας του υλικού μειώνονται ταχύτερα σε εδάφη που έχουν δεχθεί στο παρελθόν ανάλογους χειρισμούς με κατσίγαρο.

Μετά από επανειλημμένες εφαρμογές κατσίγαρου στο έδαφος κατά τις οποίες το έδαφος δέχθηκε συνολικά περίπου 500 kg/m^2 κατσίγαρου, ο δείκτης βλαστικότητας σπόρων ξεπέρασε το επίπεδο του μάρτυρα (εικόνα 3.2), γεγονός που δείχνει ότι μακροπρόθεσμα, και εντός ορίων βέβαια, ο κατσίγαρος έχει ευεργετική επίδραση στην γονιμότητα του εδάφους. Η ευνοϊκή επίδραση δεν περιορίζεται μόνο στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους αλλά ανιχνεύεται και μέχρι βάθους 50cm.



Σχήμα 3.2 «Μεταβολή του δείκτη βλαστικότητας με σπόρους του φυτού *Lepidium sativum* (κ.ον Κάρδαμο) σε συνάρτηση με το βάθος.» (Μπαλής 1993)

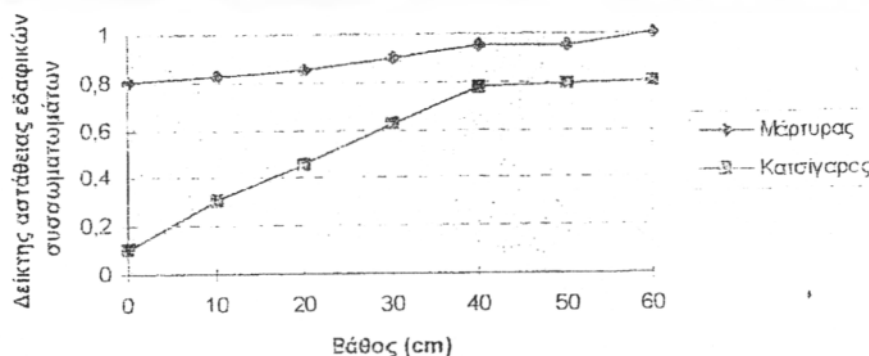
Σε ανάλογο συμπέρασμα σε ότι αφορά την ευνοϊκή επίδραση του κατσίγαρου στην **γονιμότητα** του εδάφους, οδηγούν και τα αποτελέσματα σχετικού πειράματος στο οποίο εξετάστηκε η ανάπτυξη διαφόρων καλλιεργούμενων φυτών, στο έδαφος του πειραματικού τεμαχίου που είχε δεχθεί χειρισμούς με κατσίγαρο. Σχήμα 3.3



Σχήμα 3.3 «Απόδοση της αυξήσεως των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε έδαφος που είχε δεχθεί χειρισμούς με κατσιγάρο σε σχέση με αυτή των μαρτύρων». (Μπαλής 1993)

3.2.3 Επίδραση στη σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων

Η σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των γόνιμων εδαφών. Η απώλεια, ή μείωση, της σταθερότητας των εδαφικών συσσωματωμάτων συνεπάγεται μείωση του πορώδους, μείωση της υδατοϊκανότητας και του αερισμού, και επίταση των φαινομένων αποσαθρώσεως και σκελετοποίησης των εδαφών. Από τα δεδομένα της εικ. 3.4 γίνεται φανερό ότι οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στο υπόστρωμα που τους προσφέρει ο κατσιγάρος, λόγω της φύσεως των εξωπολυσακχαριδίων που παράγουν σε μεγάλη αφθονία, είναι εξαιρετικά αποτελεσματικοί στην αύξηση της σταθερότητας των εδαφικών συσσωματωμάτων.

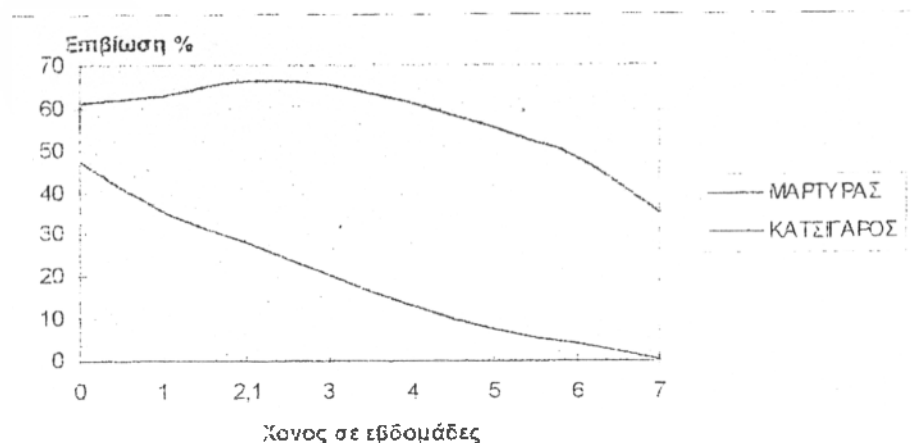


Σχήμα 3.4 «Επίδραση του κατσιγάρου στην σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων(Μπαλής 1993)

3.2.4 Επίδραση στους εδαφογενείς φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, ο κατσίγαρος, δεν βελτιώνει μακροπρόθεσμα μόνον τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους, αλλά συμβάλλει επίσης στην αύξηση της επισχετικής ικανότητας του εδάφους έναντι εδαφογενών παθογόνων μυκήτων του ριζικού συστήματος των φυτών. Δηλαδή με άλλα λόγια, προσφέρει τη δυνατότητα εφαρμογής συστήματος ελέγχου παθογόνων μυκήτων του εδάφους.

Συγκρίνοντας την πορεία της καμπύλης επιβίωσης του μύκητα *Phytophthora cryptogea* στο έδαφος του τεμαχίου που είχε δεχθεί χειρισμούς με κατσίγαρο με αυτή του μάρτυρα (Εικ. 3.5), γίνεται φανερό ότι οι χειρισμοί με κατσίγαρο συντέλεσαν στον ν' αναπτυχθεί στο έδαφος ισχυρή επισχετική δράση έναντι του παθογόνου. Ανάλογη επισχετική δράση έχει παρατηρηθεί και σε μύκητες, του γένους *Pythium*, καθώς και στον σχηματισμό σκληρωτίων του *Rhizoctonia solani*.



Σχήμα 3,5 «Η πορεία σαπροφυτικής επιβίωσης του μύκητα , *Phytophthora cryptogea* σε έδαφος που έχει δεχθεί χειρισμούς με κατσίγαρο» (Μιχελάκης Ν., Κουτσαυτάκης Α. 1989)

3.3 Μονάδα βιολιπασματοποίησης

3.3.1 Αρχές λειτουργίας μονάδας βιολιπασματοποίησης

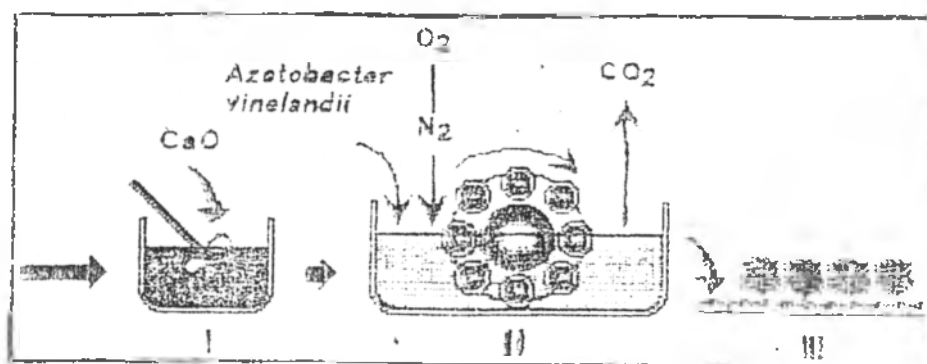
Η βάση της μεθοδολογίας που θα αναπτυχθεί στην συνέχεια, είναι ότι τα λιόζουμα συνιστούν ένα καλό εκλεκτικό υπόστρωμα μιας εξαιρετικά ενδιαφέρουσας και χρήσιμης από γεωργικής απόψεως μικροβιακής χλωρίδας.

Η ιδιότητα αυτή αξιοποιήθηκε με την ανάπτυξη πρωτότυπης μεθοδολογίας με την οποία τα ρυπογόνα για το περιβάλλον και φυτοτοξικά για τις καλλιέργειες υγρά απόβλητα των ελαιουργείων μετατρέπονται σε εδαφοβελτιωτικό υλικό υψηλής λιπαντικής αξίας.

Για την βιομετατροπή των λιόζουμων σε βιολίπασμα και μεταπλαστικό εδάφους με την βοήθεια μικροοργανισμών ακολουθήθηκε η εξής πορεία χειρισμών (εικόνα 3.1)

Αρχικά τα λιόζουμα υποβάλλονται επί έξι ώρες σε ήπια οξειδωτική προκατεργασία υπό αλκαλικές συνθήκες παρουσία $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ΦΑΣΗ 1).

Στην συνέχεια το υλικό οδηγείται σε βιοαντιδραστήρα όπου έχουν εξασφαλισθεί αερόβιες συνθήκες και έχει εγκατασταθεί μικτός μικροβιακός πληθυσμός με επικρατέστερο ένα επιλεγμένο είδος *Azotobacter* και λιπολυτικά και λοιπά είδη (*Pseudomonas SP.*) (ΦΑΣΗ 2).



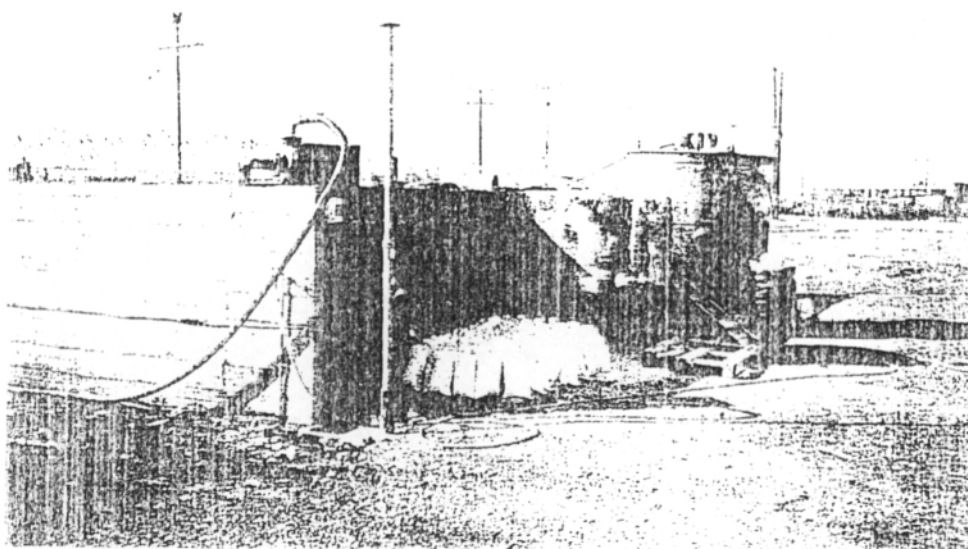
Εικόνα 3.1 «Πορεία χειρισμών για τη μετατροπή του λιόζουμου σε βιολίπασμα

3.3.2 Περιγραφή της μεθόδου

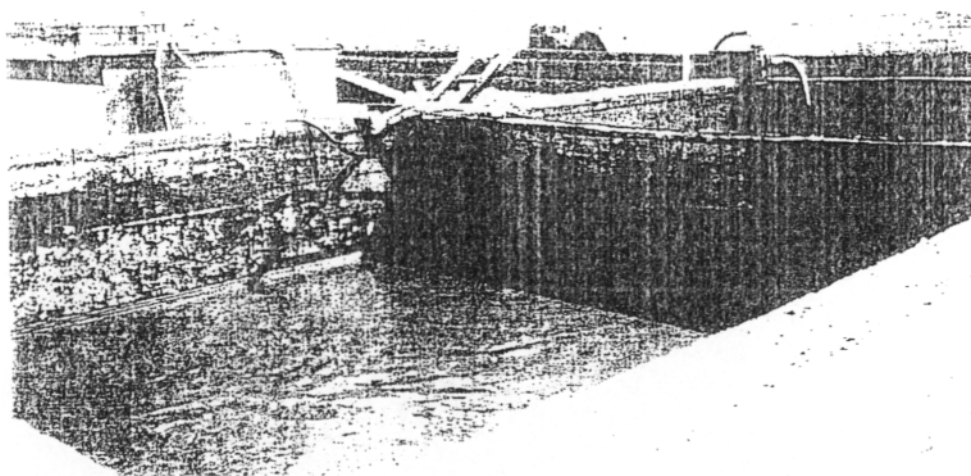
Η περιγραφόμενη μονάδα έχει εγκατασταθεί στην Καλαμάτα και λειτούργησε την ελαιοκομική περίοδο 1996 - 1997.

ΦΑΣΗ I : Προκατεργασία με CaO

Στην αρχική αυτή φάση το υλικό αναμιγνύεται με οξείδιο του ασβεστίου μέχρι pH 11-12 (<2% κατά βάρος CaO) και υποβάλλεται σε οξειδωτική προκατεργασία η οποία διαρκεί 6 περίπου ώρες. Η ανάμιξη γίνεται εντός δεξαμενής εφοδιασμένης με μηχανικό σύστημα ανάδευσης. (Σαχίνη Κ 1997)



Εικόνα 3.2 Προκατεργασία με διοξείδιο του ασβεστίου



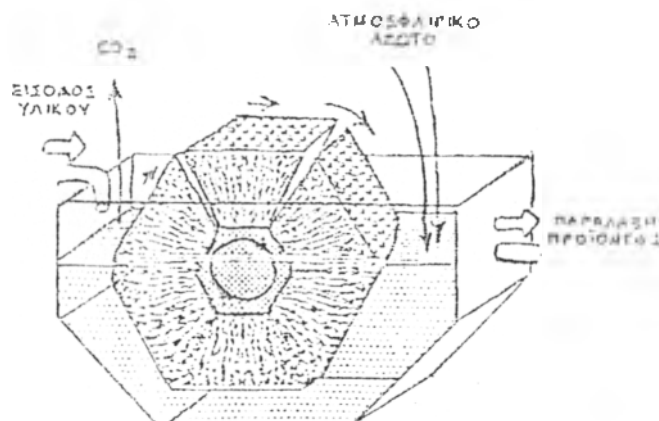
Εικόνα 3.3 Δεξαμενές εφοδιασμένες με μηχανισμό σύστημα ανάδευσης για την ανάμιξη του υλικού με οξείδιο του ασβεστίου

ΦΑΣΗ II : Βιοαντιδραστήρας

Στην συνέχεια το υλικό από την δεξαμενή προκατεργασίας μεταφέρεται στον βιοαντιδραστήρα όπου εκεί έχει εγκατασταθεί μικροβιακός πληθυσμός στον οποίο κυριαρχεί το εργαστηριακά επιλεγμένο στέλεχος *Azotobacter*. Ο βιοαντιδραστήρας αποτελείται από μια δεξαμενή, ένα σύστημα αερισμού και τον αναγκαίο εξοπλισμό πυρελκομένων (αντλίες).

Κατά τη φάση αυτή:

- Εκδηλώνεται έντονη αζωτοδεσμευτική δραστηριότητα
- Παράγονται εξωκυτταρικά σημαντικές ποσότητες βιο-πολυμερών
- Βιοαποδομούνται τα φυτοτοξικά συστατικά του κατσίγαρου
- Οι μικροοργανισμοί εκκρίνουν αυξητικούς παράγοντες (αυξίνες, κυτοκινίνες κ. α.) ευνοϊκούς για την αύξηση των φυτών.



Εικόνα 3.4 «Σχεδιάγραμμα περιστρεφόμενου συστήματος αερισμού και ανάπτυξης μικροβιακών πληθυσμών σε εκτεταμένες λεπτές στοιβάδες».

Η δεξαμενή προκατεργασίας είναι εφοδιασμένη με αναδευτήρα που επιτρέπει την καλή ανάμιξη του υλικού κατά την προσθήκη ασβέστη για διόρθωση του pH. Τροφοδοτείται με το μη αραιωμένο κλάσμα του αποβλήτου που παραλαμβάνεται κατ' ευθείαν από τον ελαιοδιαχωριστήρα (decanter) του ελαιοτριβείου.

Η χωρητικότητα της κυρίας δεξαμενής (βιοαντιδραστήρας) είναι 100m³. Ο βιοαντιδραστήρας είναι πρωτότυπος και περιλαμβάνει έναν παλινδρομικά κινούμενο εναλλάκτη αέρα ο οποίος είναι μορφής διάτρητου τυμπάνου που φέρει στο εσωτερικό του πολυάριθμους κοίλους πλαστικούς σπονδύλους. Ο εναλλάκτης είναι

τοποθετημένος σε ειδικά κατασκευασμένο φορείο το οποίο επιτρέπει την περιστροφή του τυμπάνου στον άξονα του, ενώ ταυτόχρονα το φορείο κινείται παλινδρομικά κατά μήκος της δεξαμενής του βιοαντιδραστήρα με ταχύτητα 1 ml/min.

Ο χρόνος παραμονής κυμαίνεται από 2-4 ημέρες, ανάλογα με το οργανικό φορτίο του λιόζουμου και τη προσδοκόμενη χρήση του παραγόμενου βιολιπάσματος.

Η τροφοδοσία του βιοαντιδραστήρα από την δεξαμενή προκατεργασίας εξασφαλίζεται μέσω αντλίας.

Τα χαρακτηριστικά του αρχικού υλικού τροφοδοσίας (λιόζουμα) και του τελικού προϊόντος (βιολίπασμα) φαίνονται στον πίνακα 3.1. Κατά την πορεία της λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα και μετά από κάθε νέα προσθήκη υλικού τροφοδοσίας γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα εκτιμήσεις αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας (με την μέθοδο αναγωγής του ακετυλενίου) καθώς και της φυτοτοξικότητας με την μέθοδο .

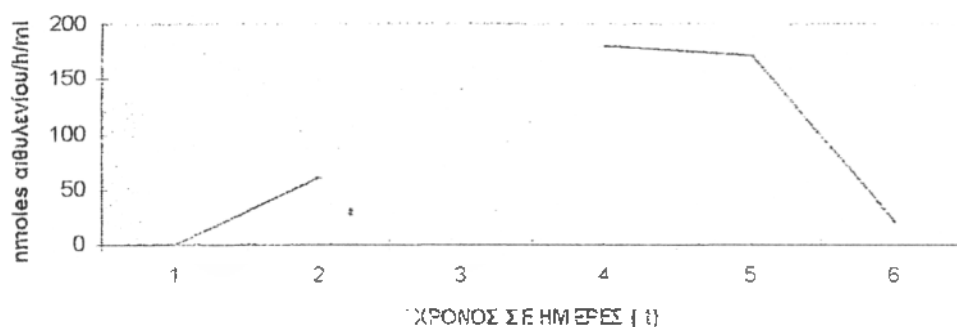
Πίνακας 3.1. «Χαρακτηριστικά του αρχικού Κατσίγαρου και του παραγόμενου βιολιπάσματος».

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΚΑΤΣΙΓΑΡΟΣ	ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑ
Ολικός άνθρακας (mg/l)	40.250	37.600
Ολικό άζωτο(mg/l)	1.360	1.640
Στερεά (%)	8,9	9,6
pH	5,4	7,9
PO4-3(mg/l)	423	550
K+(mg/l)	6100	6350
Δείκτης βλαστικότητας (αραίωση 25%)	0	104
Ηλεκτρική αγωγιμότητα(μs/cm)	10000	18000

Πηγή :Γεωργική Τεχνολογία τεύχος 3^ο 1995

Η αζωτοδεσμευτική δραστηριότητα κυμαινόταν ανάλογα με τον χρόνο προσθήκης φρέσκου υλικού τροφοδοσίας μεταξύ 19,0 και 175 nmol ethylene/h/10ml. Η φυτοτοξικότητα ήταν εξαιρετικά υψηλή στο υλικό τροφοδοσίας (δείκτης βλαστικότητας μηδέν) αλλά εκμηδενίζεται σε σύντομο χρονικό διάστημα (3 ημέρες) οπότε ο δείκτης κυμαινόταν από 90% μέχρι 143%.

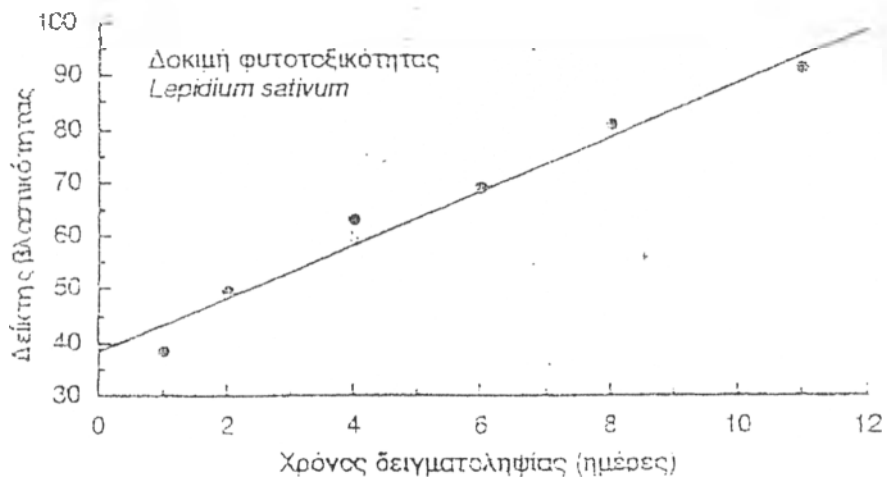
Από τις εκτιμήσεις αυτές προκύπτει ότι η πορεία αζωτοδέσμευσης κατά τον εναρκτήριο κύκλο λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα από μια ημέρα μετά τον εμβολιασμό ήταν ανοδική έφθανε ένα μέγιστο και ακολούθως άρχιζε να μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί την έβδομη ημέρα (Εικ 3.10).
(Φλουρή Φ., Χατζηπαυλίδης Ι., Μπαλής Κ 1994)



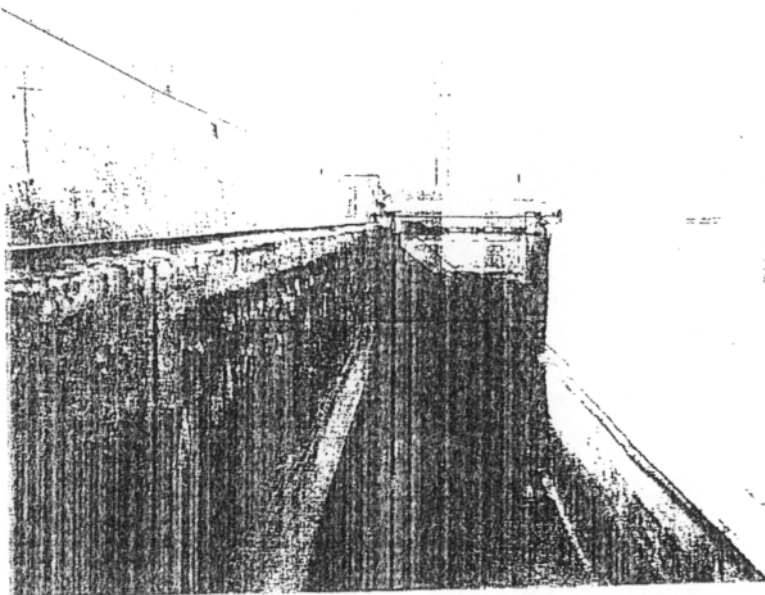
Εικόνα 3.5. «Πορεία της αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας κατά τον πρώτο εναρκτήριο κύκλο λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα» (Μπαλής 1994)

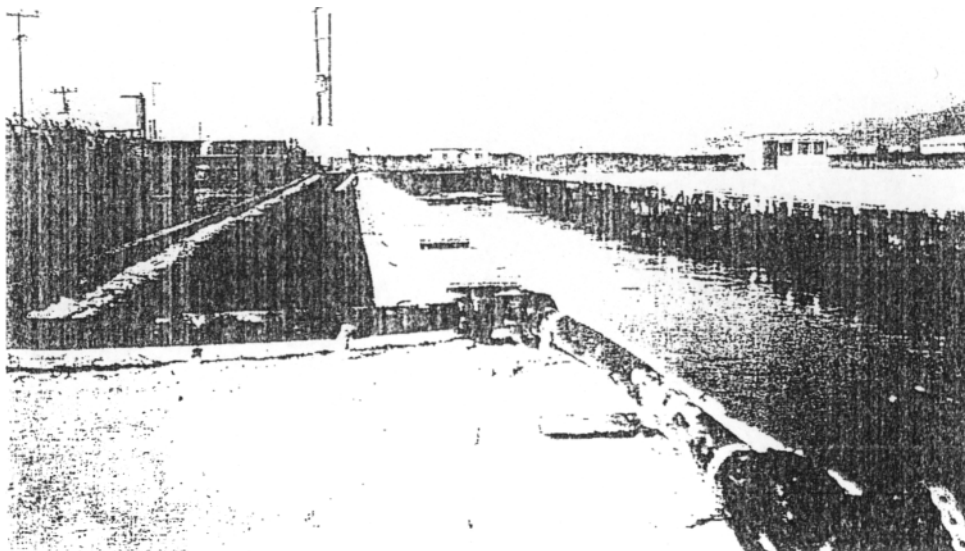
Η πορεία αυτή είναι τυπική και αναμενόμενη δεδομένου ότι ο μικροβιακός πληθυσμός τις πρώτες ώρες έχει στην διάθεση του αφθονία θρεπτικών υλικών πολλαπλασιάζεται ραγδαία και δεσμεύει άζωτο. Επειδή όμως η αζωτοδέσμευση συμβαίνει να είναι από τις πλέον ενεργοβόρες βιοχημικές αντιδράσεις, τα θρεπτικά υλικά του λιόζουμου γρήγορα εξαντλούνται και η αζωτοδεσμευτική δραστηριότητα αρχίζει να μειώνεται. Ο μικροβιακός όμως πληθυσμός εξακολουθεί να παραμένει σε υψηλά επίπεδα και είναι έτοιμος να ενεργοποιηθεί αζωτοδεσμευτικά αμέσως μετά τον εφοδιασμό του με φρέσκο υπόστρωμα (λιόζουμο).

Η φυτοτοξικότητα παράλληλα, από εξαιρετικά υψηλή που ήταν αρχικά στο υλικό τροφοδοσίας (δείκτης βλαστικότητας μηδέν) μειωνόταν σταδιακά και ήδη την πέμπτη ημέρα πρακτικά μηδενίστηκε (δείκτης βλαστικότητας εκατό). (Εικ. 3.6)



Εικόνα 3.6 «Επίδραση του *Azotobacter vineiandii* (στέλεχος Α) στην μείωση της φυτοτοξικότητας του λιόζουμου. Οι βιοδοκιμές έγιναν σύμφωνα με την μέθοδο με σπόρους *Lepidium sativum*. (κ.ον. Κάρδαμο). Τα αποτελέσματα εκφράζονται με τον δείκτη βλαστικότητας που υπολογίζεται από τον τύπο: $G \times L / 100$, όπου G = ποσοστό % βλάστησης και L = μήκος των ριζιδίων εκφραζομένου επί τοις % του μάρτυρα





Εικόνα 3.7 & 3.8 «Ο βιοαντιδραστήρας στην μονάδα βιο-λίπανματοποίησης»

3.3.3 Προϊόν - Χρήσεις

Το προϊόν που παραλαμβάνεται είναι ένα παχύρευστο υγρό, του οποίου το pH έχει διαμορφωθεί στο 7,5-8 περίπου. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως «υγρό οργανικό εδαφοβελτιωτικό βιολογικό λίπασμα», επειδή:

α) Τα μικροβιακής προέλευσης βιο-πολυμερή που περιέχει βελτιώνουν τον ιστό, τη δομή και τα λοιπά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους και αυξάνουν την υδατοϊκανότητα του,

β) Είναι εμπλουτισμένο βιολογικά με οργανικό άζωτο μέσω του μηχανισμού της δέσμευσης ατμοσφαιρικού αζώτου καθώς και με αυξητικούς για τα φυτά παράγοντες (αυξίνες, κυτοκινίνες),

γ) Περιέχει το σύνολο σχεδόν των κυρίων λιπαντικών στοιχείων και ιχνοστοιχείων που περιέχονται στον ελαιόκαρπο και παραλαμβάνονται στο υδατικό κλάσμα των λιόζουμων,

δ) Συνιστά μικροβιακό εμβόλιο εδάφους που ενισχύει τις επισχετικές ιδιότητες του έναντι εδαφογενών παθογόνων μυκήτων,

ε) Μπορεί να αναμειχθεί σε οποιαδήποτε ανάλογα με νερό της άρδευσης και να χρησιμοποιηθεί σαν οργανικό λίπασμα και σε μεγαλύτερες αναλογίες σαν εδαφοβελτιωτικό.

Εξάλλου το προϊόν που παρήχθη από την πιλοτική εφαρμογή της μεθόδου στο Ρωμανό Ηυλίας δοκιμάστηκε σε πειράματα αγρού (σε αμπέλι, ελιές και πατάτα) και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα (Εικ. 3.9).



Εικόνα 3.9 «Επίδραση του βιολιπάσματος στην αύξηση των φυτών»(Τσώνης 1997)

3.3.4 Πειραματικές εφαρμογές.

Για την αξιολόγηση των ιδιοτήτων του παραχθέντος βιολιπάσματος της πιλοτικής μονάδας του Ρωμανού Ηυλίας είχαν εγκατασταθεί πειραματικά αγροί με ελιά, αμπέλι και πατάτα. (Φλουρή Φ., Χατσηπαυλίδης Ι., Μπαλής Κ. 1988)

Στην Ελιά

Εφαρμόσθηκε στην ποικιλία «μαυροελιά».

Το πειραματικό σχέδιο περιλάμβανε τέσσερις τυχαίες ομάδες, των τεσσάρων δέντρων, ήτοι

τέσσερις διαφορετικές ομάδες x τέσσερα δέντρα x τρεις επεμβάσεις (βιολίπασμα, χημική λίπανση και μάρτυρας) = 48 ελαιόδεντρα.

-Το βιολίπασμα εφαρμόστηκε σε ποσότητα 100kg /δέντρο.

-Η χημική λίπανση έγινε με 11-15-15 εφαρμοσμένο σε ποσότητα 4 κιλά ανά δέντρο και το αμμωνιακό θειικό άλας 1,2 kg/δέντρο. Δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας σε κανένα από τα δέντρα.

Πίνακας 3.3 «Επιδράσεις της εφαρμογής του βιολιπάσματος στην Ελιά»

Ομάδες	Μέσος όρος παραγωγής (kg ανά δέντρο)		
	ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑ	ΧΗΜΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ
A	81,7	108,0	-
B	86,3	77,5	83,3
Γ	92,1	89,0	95,3
Δ	78,0	72,7	64,3
Μέσος όρος	84,3	86,8	81,0
Τυπ. Απόκλιση	±6,1	±15,7	±15,6

Πηγή: (Μπαλής Κ., Πατσάκη Ε.Σ., Μπούρμπος Β.Α., 1997)

Στο Αμπέλι

Εφαρμόσθηκε στην ποικιλία σταφιδοποιίας "Κορινθιακή"

Το πειραματικό σχέδιο ήταν παρόμοιο με της Ελιάς, τέσσερις διαφορετικές ομάδες x τέσσερα πρεμνά x επεμβάσεις (βιολίπασμα , χημική λίπανση και μάρτυρας) = 48 πρεμνά.

-Το βιολίπασμα χορηγήθηκε σε ποσότητα 7,3 κιλά ανά πρέμνο.

-Η χημική λίπανση έγινε με λίπασμα 11-15-15 εφαρμοσμένο σε ποσότητα 400 gr. ανά πρεμνά. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η παραγωγή των σειρών με βιολίπασμα ήταν μεγαλύτερη από ότι σ' αυτές του μάρτυρα και του χημικού λιπάσματος. Επίσης καμία διαφορά δεν παρατηρήθηκε στην περιεκτικότητα σακχάρου και pH στον χυμό του σταφιδιού

Πίνακας 3.4 «Επιδράσεις της εφαρμογής βιολιπάσματος στο Αμπέλι»

Ομάδες	ΕΦΑΡΜΟΓΗ					
	Βιολίπασμα		Χημική λίπανση		Μάρτυρας	
	No. Σταφυλ./	Παραγ. kg/ πρέμνο	No. Σταφυλ./	Παραγ. kg/ πρέμνο	No. Σταφυλ./	Παραγ. Kg/πρέμνο
A	47,50	8,81	49,30	7,80	43,30	6,00
B	49,75	8,25	39,80	5,90	42,00	6,30
Γ	41,00	7,00	42,00	6,25	33,67	5,33
Δ	39,50	5,38	33,00	5,00	42,00	6,13
M.O.	44,44	7,36	41,03	6,24	40,24	5,94
Γ.Α.	±4,96	±1,52	±6,72	±1,17	±4,42	±0,42

Πηγή: (Μπαλής Κ., Πατσάκη Ε.Σ., Μπούρμπος Β.Α., 1997)

Πίνακας 3.5 «Επιδράσεις του βιολιπάσματος στην περιεκτικότητα ζαχάρων και στην οξύτητα του χυμού των σταφυλιών»

Ομάδες	ΕΦΑΡΜΟΓΗ					
	Βιολίπασμα		Χημική λίπανση		Μάρτυρας	
	BRIX	pH	BRIX	pH	BRIX	Ph
Α	25,53	3,45	27,00	3,20	24,70	3,20
Β	25,23	3,30	25,70	3,20	26,30	3,50
Γ	27,50	3,23	25,88	3,23	26,57	3,23
Δ	26,03	3,20	26,87	3,20	26,80	3,28
Μ.Ο.	26,07	3,30	26,36	3,21	26,09	3,30
Τ.Π.	±1,01	±0,11	±0,67	±0,01	±0,95	±0,14

Πηγή: (Μπαλής Κ., Πατσάκη Ε.Σ., Μπούρμπος Β.Α., 1997)

Στην πατάτα

Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η *sprunta*.

Το πείραμα στο χωράφι πραγματοποιήθηκε σε τέσσερα διαφορετικά επαναληπτικά τμήματα εδάφους 2x5 μέτρα και κάθε τμήμα είχε 48 φυτά πατάτας. Σε όλες τις περιπτώσεις η προσθήκη του βιολιπάσματος δεν είχε δυσμενείς επιδράσεις. Αντιθέτως όλα τα τμήματα εδάφους που χορηγήθηκε βιολίπασμα έδωσε μεγαλύτερες αποδόσεις.

Πίνακας 3. 6 «Πειραματικές εφαρμογές με βιολίπασμα στην Πατάτα»

(Τμήματα εδάφους=2m x 5m)	
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Παραγ.σεkg/τμήμα εδάφους
Α= Επιφανειακή λίπανση με αμμωνιακό νιτρικό άλας σε ποσότητα 1, 165kg/τμήμα εδάφους Χ3 επαναλήψεις	33.75 ± 4.25
Β= Όπως το Α+1 L βιολίπασμα Χ3 επαναλήψεις	31.38±5.19
С= Όπως το Α+2L βιολίπασμα Χ3 επαναλήψεις	37.38 ± 3.94
Δ= Όπως το Α+3I βιολίπασμα Χ3 επαναλήψεις	32.50 ± 5.63
С= Βασική λίπανση με φωσφορικό άλας και κάλιο σε	33.20 ± 5.78

ποσότητα 0.5kg/τμήμα εδάφους για κάθε στοιχείο. Τρεις επιφανειακές χορηγήσεις με αμμωνιακό νιτρικό άλας σε ποσότητα 0,165kg / τμήμα εδάφους	
H=Όπως το S +1 L βιολίπασμα Χ3 επαναλήψεις	37.20 ± 4.63
M= Μάρτυρας (όχι επεμβάσεις)	30.75 ± 3.94

Πηγή: (Μπαλής Κ., Πατσάκη Ε.Σ., Μπούρμος Β.Α., 1997)

Η πιλοτική μονάδα βιολιπασματοποίησης των ΥΑΕ. είχε σαν σημαντικότερο στόχο την παραγωγή κατάλληλης ποσότητας βιολιπασματος επαρκή να καλύψει ης ανάγκες των πειραμάτων στο χωράφι και τα αποτελέσματα είναι περιορισμένα σε μια περίοδο καλλιέργειας, οι τρεις καλλιέργειες και ο ένας τύπος εδάφους (αμμοπηλώδες) είναι στοιχεία ενθαρρυντικά , υπολογίζοντας την αξία λίπανσης και το επανορθωτικό οργανικό φορτίο. Το προϊόν θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμο για τα ταλαιπωρημένα Μεσογειακά εδάφη και προσφέρει ίσως ένα χρήσιμο εργαλείο στην ανάπτυξη του αγροτικού συστήματος

Η πειραματικές εφαρμογές συνεχίζονται ώστε να καθοριστεί η καλύτερη δόση για διάφορα είδη φυτών και εδαφών.

Πίνακας 3.7 «Εδαφικά χαρακτηριστικά των πειραματικών αγρών»

Εδαφικά χαρακτηριστικά	Ελιά	Αμπέλι	Πατάτα
Τύπος εδάφους	Αμμοπηλώδες	Αμμοπηλώδες	Αμμοπηλώδες
pH	4.60	5.80	5.500
CaCO ₃	0.60	0.06	0.008
Ολικός άνθρακας(%)	2.10	2.00	0.700
Ολικά άζωτο (%)	0.16	0.18	0.600
P ₀₄ 3 (ppm)	1.30	0.74	2.300
K+ (ppm)	12.20	11.40	12.100
Na + (ppm)	12.60	16.10	18.400

Πηγή: (Μπαλής Κ., Χατζηπαυλίδης Ι., Φλουρή Φ. 1991)

3.4 Παραγωγή φυτοχώματος από στερεά και υγρά απόβλητα ελαιουργείων.

Παράλληλα και συμπληρωματικά με τη λειτουργία της Μονάδας Αζωτοδεσμευτικής Βιολιπασματοποίησης γίνεται αερόβια θερμοφίλη συγκομποστοποίηση (co-composting) λιόζουμων με στερεά ελαιουργικά και ελαιοκομικά υποπροϊόντα και υπολείματα. Η μέθοδος αυτή έχει αναπτυχθεί στο Εργαστήριο της Μικροβιολογίας του ΓΠ.Α. και στηρίζεται στο γεγονός ότι τα λιόζουμα διαθέτουν ένα εξαιρετικά μεγάλο οργανικό φορτίο το οποίο θερμοδυναμικά είναι ικανό να συντηρεί θερμοφίλες συνθήκες μικροβιακής δράσης σε υψηλά επίπεδα.

Στην πράξη η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στην Μονάδα Καλαμάτας σε σύστημα σεραδίων (windrows). Στην συνέχεια θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στην μέθοδο αυτή.

3.4.1 Κομποστοποίηση

Ο όρος κομποστοποίηση (composting) χρησιμοποιείται για να περιγράψει την βιολογική αποικοδόμηση και σταθεροποίηση οργανικών υλικών. Κατά την διαδικασία διατηρούνται αερόβιες συνθήκες που οδηγούν στην ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών.

Το τελικό προϊόν πρέπει να είναι αρκετά σταθερό για αποθήκευση και εφαρμογή στο έδαφος χωρίς να έχει οποιεσδήποτε ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κατά συνέπεια η κομποστοποίηση αποτελεί εξειδικευμένη μορφή σταθεροποίησης στερεών αποβλήτων κατά την οποία οι συνθήκες υγρασίας και αερισμού είναι τέτοιες που να εξασφαλίζουν την ταχεία ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών, ευνοϊκών για την ανάπτυξη και επικράτηση θερμοφίλων μικροοργανισμών. Ο ορισμός αυτός προσδιορίζει σε τελευταία ανάλυση μια ελεγχόμενη βιο-οξειδωτική διαδικασία η οποία:

- Αφορά ετερογενή οργανικά υλικά σε στερεή κατάσταση
- Περνάει από μια αρχική φάση αποδόμησης κατά την οποία αναπτύσσονται θερμοκρασίες της θερμοφίλης περιοχής (>45° C) και παράγονται πρόσκαιρα φυτοτοξικές ουσίες και
- Οδηγεί σε μια κατάσταση σταθεροποίησης το τελικό προϊόν της οποίας χαρακτηρίζεται ως ώριμη κομπόστα.

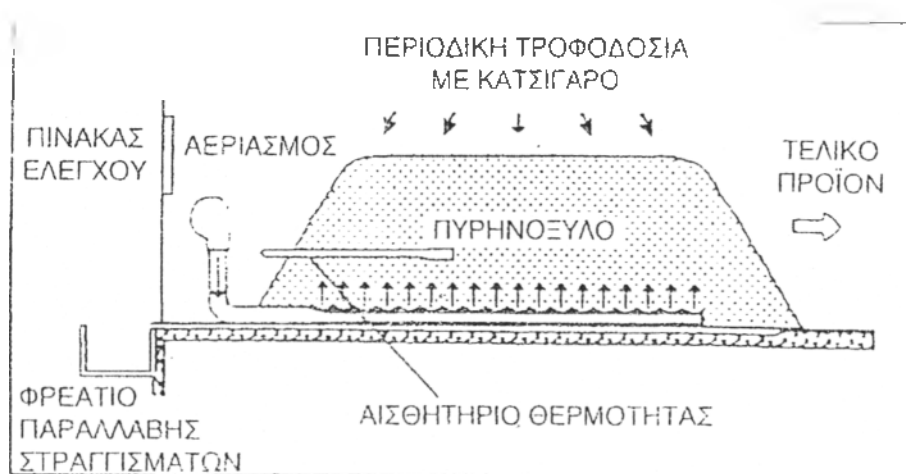
Η θερμοφίλη χώνευση (κομποστοποίηση), αποτελεί εναλλακτική λύση στην διαχείριση, επεξεργασία και αξιοποίηση των αποβλήτων που προκύπτουν κατά την διαδικασία παραλαβής του ελαιολάδου. Τόσο τα στερεά (εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας, φύλλα) όσο και υγρά (κατσίγαρος) μπορούν να αποδομηθούν σ' ένα σύστημα συγκομποστοποίησης. Η πορεία του φαινομένου μπορεί να παρακολουθηθεί με την μέθοδο της θερμοβαθμικής αναπνευσιομετρίας (thermogradient respirometry), κατά την οποία μετριέται σ' ένα εύρος θερμοκρασιών, η αναπνευστική δραστηριότητα της μικροχλωρίδας που αναπτύσσεται στο υλικό. Η μελέτη των σχέσεων μεταξύ της αναπνευστικής δραστηριότητας και των θερμοκρασιών χώνευσης προσφέρει πληροφορίες σ' ότι αφορά την δυναμική και την αλληλουχία των μικροβιακών πληθυσμών, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την πορεία χώνευσης αλλά επιτρέπει και την ποσοτική εκτίμηση του δυναμικού χώνευσης των διαθέσιμων οργανικών κλασμάτων. Επίσης, παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου του βαθμού ωριμότητας και καταλληλότητας του τελικού προϊόντος για γεωργική χρήση και τον εντοπισμό ενδεχομένης νοθείας και ανάμειξης με μη χουμοποιημένα κλάσματα.

3.4.2 Συγκομποστοποίηση

Η ιδέα της αξιοποίησης της θερμότητας που εκλύεται κατά την θερμοφίλη φάση της αερόβιας χώνευσης στερεών οργανικών υλικών (composting) για την διαχείριση του κατσίγαρου αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Το σύστημα που διαμορφώθηκε στηρίζεται στο γεγονός ότι το οργανικό φορτίο του λιόζουμου προσφέρει πλούσιο υπόστρωμα στους θερμοφίλους μικροοργανισμούς ώστε οι τελευταίοι να εκλύουν ποσότητες θερμότητας ικανές να εξατμίσουν την περίσσεια του νερού του λιόζουμου. Επίσης η χρήση του εκχυλισμένου ελαιοπυρήνα σαν στερεό υπόστρωμα κατά την συγκομποστοποίηση ενδείκνυται αφού το υλικό που διατηρεί τέτοιο πορώδες ώστε να παρατείνει την ζύμωση.

Στην πράξη, χρησιμοποιήθηκε σαν στερεό υπόστρωμα πυρηνόξυλο (εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας) μαζί με λιόφυλλα και τεμαχισμένα υπολείμματα κλάδευσης, τα οποία διαβρέχονται με λιόζουμα (ρύθμιση υγρασίας) σε αναλογία 2:3, ενώ ταυτόχρονα φροντίζεται να επικρατούν αερόβιες συνθήκες (εικ. 3.1). Υπό τις συνθήκες αυτές αναπτύσσεται μια πολύ ενεργή αλληλουχία της οποίας παράγονται ποσότητες θερμότητας, ικανές να ανεβάζουν την θερμοκρασία του σωρού μέσα σε

λίγες ώρες στους 60-65°C οδηγώντας στην εξάτμιση του νερού που περιέχεται στο λιόζουμο. Το στερεό υπόστρωμα πολύ σύντομα μπορεί να δεχθεί νέα διαβροχή με λιόζουμο το οποίο με την σειρά του τροφοδοτεί νέα θερμοκρασιακή έξαρση. Με την περιοδική λοιπόν προσθήκη λιόζουμου είναι δυνατόν να συντηρηθεί η θερμοφίλη κατάσταση του συστήματος επί μακρόν (άνω των 120 ημερών) και να αφομοιωθούν σημαντικά μεγάλες ποσότητες λιόζουμου (συνολικά 10-15m³ ανά τόνο στερεού μίγματος). Καθώς εξελίσσεται η κομποστοποίηση, τα πρωτογενή οργανικά υλικά αποικοδομούνται σταδιακά και καταλήγουν στο σχηματισμό ενός προϊόντος compost. Το υλικό αυτό είναι εμπλουτισμένο με το σύνολο των λιπαντικών στοιχείων του λιόζουμου, περιέχει τα χουμικά συστατικά της κομποστοποίησης καθώς και ένα πλήθος μικροοργανισμών που συμβάλλουν επίσης στην γονιμότητα του εδάφους.

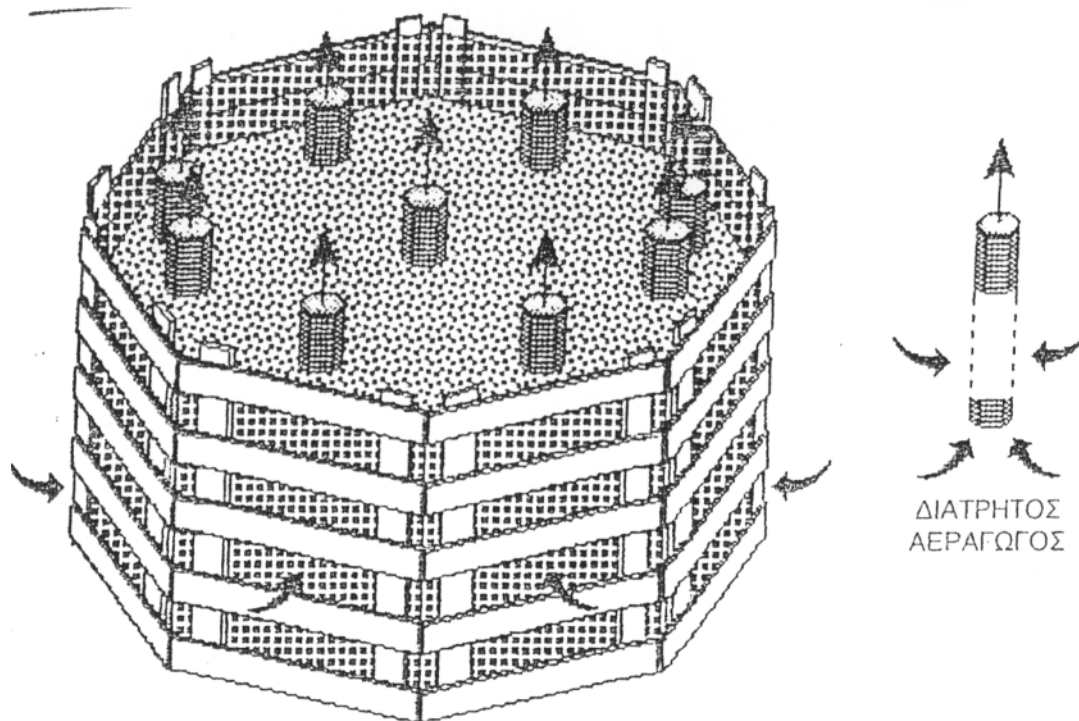


Εικόνα 3.10 «Συγκομποστοποίηση κατσίγαρου με εκχυλισμένο ελαιοπυρήνα (πυρηνόξυλο).

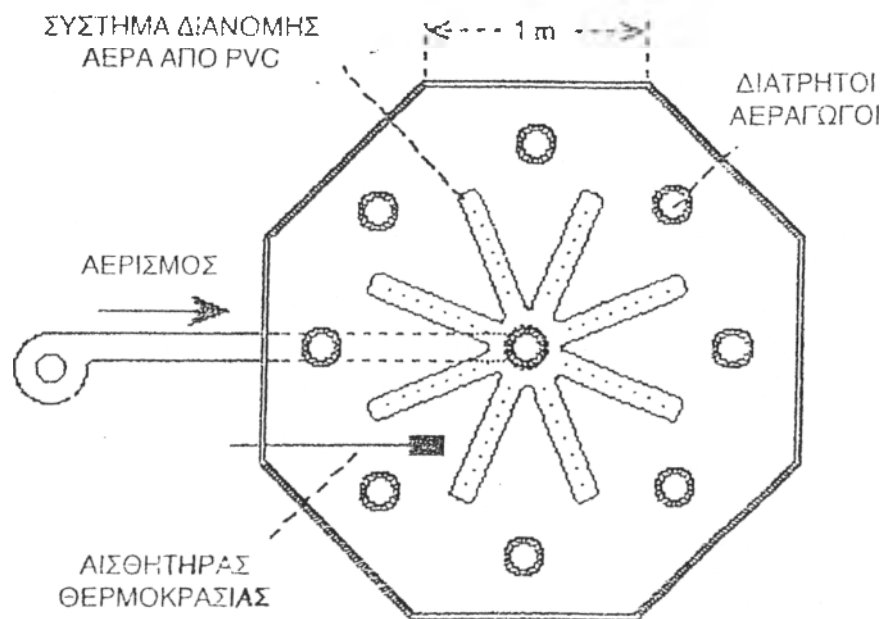
Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε στην Μονάδα Καλαμάτας σε σύστημα σειραδίων (windrows). Το κάθε σειράδι διαθέτει σύστημα ενισχυμένου αερισμού μέσω αεραγωγού που διατρέχει το μήκος του σειραδίου στη βάση του κεντρικά. Οι αεραγωγοί συνδέονται με ηλεκτροκίνητο φυσητήρα ο οποίος ενεργοποιείται αυτόματα κάθε φορά που η θερμοκρασία ξεπερνάει τους 55°C. Ο φυσητήρας διαθέτει επίσης μηχανισμό ενεργοποίησης σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Για την εξασφάλιση ομοιογένειας και αφομοιωτικής ικανότητας του συστήματος, τα σειράδια υποβάλλονται περιοδικά σε μηχανικά γυρίσματα με την βοήθεια ειδικού αυτοκινούμενου αναστροφέα (compost turner). Ο συνολικός όγκος

των σειραδίων είναι 950m^3 και η μέγιστη αφομοιωτική τους ικανότητα σε λιόζουμο είναι της τάξεως 10.000 τόνων.

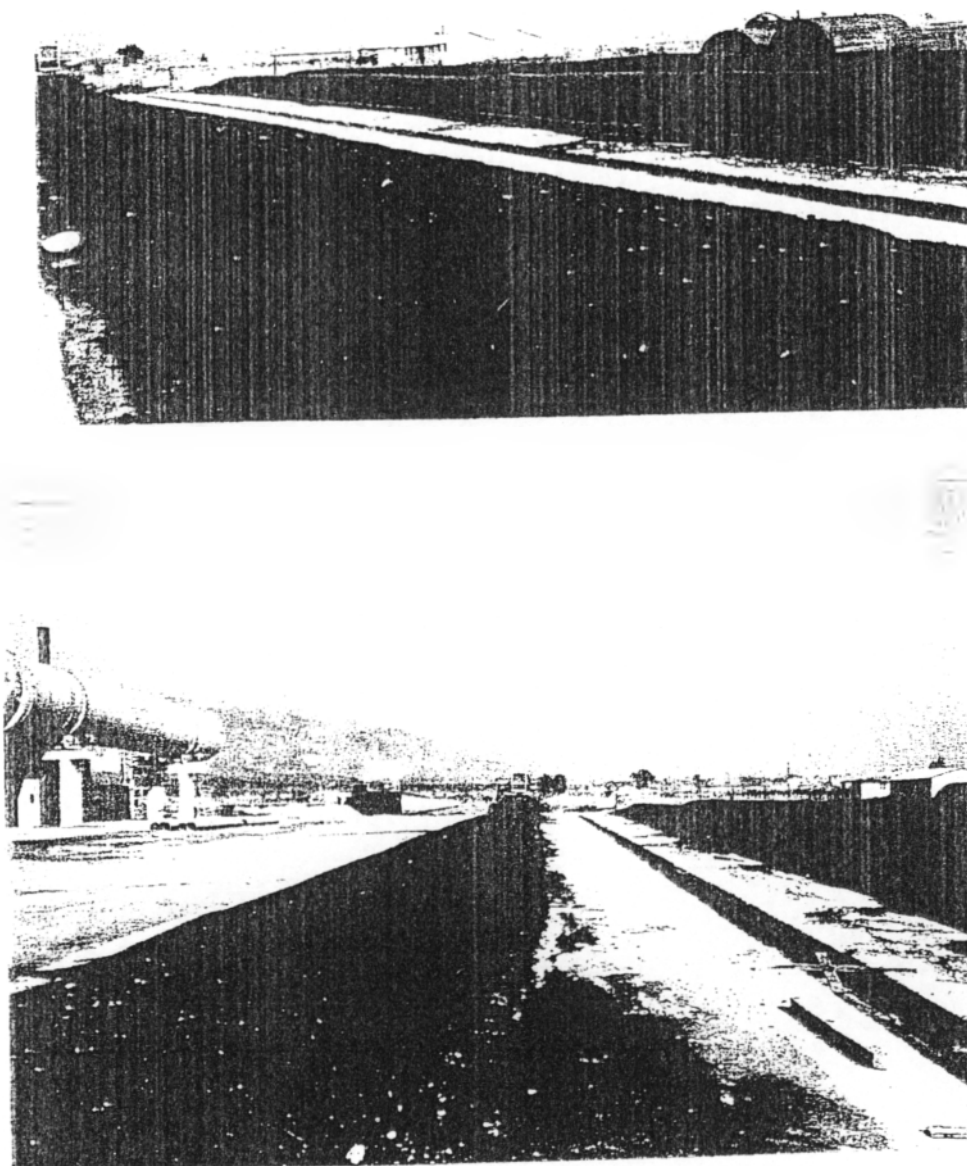


Εικόνα 3. 11 «Σχηματική παράσταση της πειραματικής μονάδας χώνευσης (composting) (αριστερά) και των διάτρητων απαγωγών σωλήνων από πλέγμα εκ πλαστικού (δεξιά)



Εικόνα 3.12 «Κάτοψη της πειραματικής μονάδας κομποστοποίησης. Το σύστημα διανομής του αέρα έχει σχήμα οκταδάκτυλου αστέρα κατασκευασμένου από σωλήνα PVC διαμέτρου 10cm. περίπου. Οι δάκτυλοι του αστέρα φέρνουν κατά μήκος ανοίγματα διαμέτρου 5mm. Για τον αερισμό χρησιμοποιήθηκε φυσητήρας 0,25 HP συνδεδεμένος μέσω αισθητήρα θερμοκρασίας. Το θερμοκρασιακό όριο ενεργοποίησης του κινητήρα είχε ρυθμιστεί στους 55° C.

Μετά την ολοκλήρωση της θερμοφίλης χώνευσης η «άωρη» κομπόστα θα παραμένει για χρονικό διάστημα 3-4 μηνών για «ωρίμανση», με το πέρας της οποίας η ώριμη πλέον κομπόστα μπορεί να διατεθεί για γεωργική χρήση. (Μπαλής Κ. 1997)



Εικόνα 3.13 & 3.14 «Γενική άποψη του συστήματος σειραδίων (windrows) στην μονάδα της Καλαμάτας»

Το παραγόμενο προϊόν χαρακτηρίζεται σαν ένα αξιόλογο οργανοχουμικό λίπασμα με την αξιοποίηση του οποίου μπορεί να υποστηριχθεί η οικονομική βιωσιμότητα της μεθόδου.

Απαιτείται έλεγχος της ωριμότητας και του βαθμού σταθεροποίησης του παραγόμενου προϊόντος καθώς και της φυτοτοξικότητας πριν από οποιαδήποτε γεωργική χρήση.

Μελέτες έδειξαν ότι το παραγόμενο φυτόχωμα μπορεί να βελτιωθεί ποιοτικά με τον εμπλουτισμό του με βιολίπασμα.

Σημειώνεται ότι καλά ώριμο υλικό απαιτείται για λαχανοκομικές καλλιέργειες. Μετρίως ώριμο μπορεί να εφαρμοστεί σε δενδρώδεις καλλιέργειες και αμπέλια, ενώ το άωρο προσφέρεται για την μετάπλαση και βελτίωση υποβαθμισμένων εδαφών όπου η φάση ωρίμανσης θα ολοκληρωθεί επί τόπου στο έδαφος.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αφορούν:

(1) Την εξοικονόμηση της ενέργειας, αφού το προϊόν υποκαθιστά ή μειώνει την χρήση λιπασμάτων.

(2) Την βελτίωση της σταθερότητας και της γονιμότητας του εδάφους.

(3) Στην θανάτωση παθογόνων μικροοργανισμών, παρασίτων και ζιζανίων.

(4) Την ευεργετική επίδραση στην ριζόσφαφα των φυτών.

(5) Την αντικατάσταση της εισαγόμενης τύρφης και των άλλων οργανικών υποστρωμάτων.

3.4.3 Compost φύλλων ελιά

Στο Ηράκλειο Κρήτης έγιναν προσπάθειες διερεύνησης της φυτοτοξικότητας του compost φύλλων ελιάς σε σχέση με το βαθμό χώνευσης και ωρίμανσης του. Τα αποτελέσματα είναι τα εξής:

- η ταχεία φάση (χώνευση) των φύλλων της ελιάς ολοκληρώνεται σε μέσα σε τρεις μήνες περίπου
- το compost που παράγεται αμέσως από την χώνευση έχει φυτοτοξικές ιδιότητες
- το compost μετά από 2 μήνες ωρίμανσης (150 ημέρες συνολικά από την έναρξη της χώνευσης) εξακολουθεί να έχει φυτοτοξικές ιδιότητες, αλλά σε περιορισμένο βαθμό

- μετά την ωρίμανση 12 μηνών περίπου (440 ημέρες από την έναρξη της χώνευσης) το compost είναι απαλλαγμένο από φυτοτοξικές ουσίες
- μεταξύ των 150 και των 440 ημερών το compost απαλλάσσεται από τις τοξικές ιδιότητες για την βλάστηση σπόρων και ανάπτυξη των φυταρίων τους.

3.4.4 Αντιμετώπιση του περονόσπορου της πατάτας με εκχύλισμα λιόχουμου

Ο περονόσπορος της πατάτας, που προκαλείται από τον φυκομύκητα *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary είναι η σοβαρότερη ασθένεια των πατατοφυτειών. Πειραματικά έχει επιχειρηθεί η αντιμετώπιση του μύκητα με την βοήθεια εκχυλίσματος 10 και 20% του λιόχουμου. Πρόκειται για ένα βιολογικό προϊόν που προέρχεται από ειδική επεξεργασία συγκομποστοποίησης υγρών αποβλήτων ελαιουργίας, ελαιοπυρήνα και ελαιόφυλλων. Το εκχύλισμα 20% του λιόχουμου σε όλες τις περιπτώσεις που δοκιμάστηκε μπόρεσε να ελέγξει τις προσβολές στην φυλλική επιφάνεια κατά 63,6-72,3% και στην παραγωγή κατά 85,8-88,5%. Το παραπάνω εκχύλισμα έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα όταν εφαρμόστηκε λίγο πριν από την τεχνητή μόλυνση των φυτών. (Μπαλής Κ, Πατσάκη Ε.Σ., Μπούρμπος Β.Α., 1997)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



Κατά την κατεργασία του ελαιοκάρπου στα ελαιουργεία, παράλληλα με το ελαιόλαδο παράγεται και μία σειρά παραπροϊόντων. Αυτά είναι ο ελαιοπυρήνας, που αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (κυρίως το κουκουτσιού), τα ελαιόφυλλα που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιόκαρπο και μια σημαντική σε όγκο και οργανικό φορτίο ποσότητα υγρών αποβλήτων, που είναι γνωστά ως “λιοζούμι”, “κατσίγαρος” ή “μούργα”.

Η άμεση επίπτωση του κατσίγαρου στο περιβάλλον είναι η αισθητική υποβάθμιση που προκαλεί και η οποία οφείλεται στην έντονη οσμή του και στο σκούρο χρώμα του. Παράλληλα, εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου που περιέχει, υπάρχει περίπτωση να δημιουργηθούν ευτροφικά φαινόμενα σε περιπτώσεις που καταλήγει σε αποδέκτες με μικρή ανακυκλοφορία νερών (κλειστούς θαλάσσιους κόλπου λίμνες κ.τ.λ).

Ένα από τα συστατικά που περιέχονται στον κατσίγαρο, οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον επειδή από τη μία πλευρά προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών και αποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών, ενώ από την άλλη είναι υπεύθυνες για τη συντήρηση της ποιότητας του λαδιού στο χρόνο (χαμηλή οξύτητα) ως φυσικό συντηρητικό. Επειδή η παραγωγή του ελαιολάδου είναι μία φυσική διαδικασία, πρέπει να σημειωθεί ότι ο κατσίγαρος δεν περιέχει άλλες ουσίες που είναι ιδιαίτερα τοξικές, όπως τα βαρέα μέταλλα και οι συνθετικές οργανικές ενώσεις.

Το υψηλό οργανικό φορτίο του κατσίγαρου σε συνάρτηση με την παρουσία των πολυφαινολών δεν επιτρέπει την απευθείας διάθεση του στο περιβάλλον, αλλά καθιστά αναγκαία την πρότερη επεξεργασία του (υψηλό COD (100-200) g/L και λόγω του σχετικά υψηλού φορτίου σε φαινολικές ενώσεις. Ανάλογα με τις τεχνικές

έκθλιψης ελιάς, 5 6,7 m³ υγρών απόβλητων ελαιωτριβείων (ΥΑΕ) διατίθενται στο περιβάλλον ανά τόνο παραγόμενου ελαιολάδου για τα φυγοκεντρικού τύπου ελαιωτριβεία).

Παρόλο τους υπάρχοντες νόμους, η ανεξέλεγκτη διάθεση των ΥΑΕ σε κοντινά ρέματα, ποτάμια ή απευθείας στην θάλασσα συνεχίζεται με αποτέλεσμα την υποβάθμιση των αποδεκτών αυτών. Η ανεξέλεγκτη αυτή διάθεση δύναται να ρυπάνει υπόγεια νερά καθώς και να δημιουργήσει φαινόμενα φυτοτοξικότητας λόγω της σχετικά υψηλής συγκέντρωσης φαινολών. Το πρόβλημα οξύνεται όταν παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση ΥΑΕ⁷ σε αποδέκτες περιορισμένου όγκου.

Προς το παρόν, η βιομηχανία δεν έχει βρει οικονομικό ενδιαφέρον στο να υποστηρίξει κάποια παραδοσιακή τεχνική επεξεργασίας των ΥΑΕ (θερμική, χημική, βιολογική). Οι κύριοι λόγοι αποτυχίας των δοκιμασμένων τεχνικών επεξεργασίας είναι οι πολύ υψηλές συγκεντρώσεις στερεών (20-120) g/l ελαίων (3-20) g/l και φαινολικών ενώσεων (0.5-5) g/l η πολυπλοκότητα των προτεινόμενων λύσεων, το συχνά υψηλό επενδυτικό κόστος και λειτουργικό κόστος των διεργασιών, η εποχικότητα της παραγωγής λιυδιού, το μικρό μέγεθος των ελαιουργείων καθώς και οι μεγάλες ποσοτικές και ποιοτικές διακυμάνσεις των ΥΑΕ κατά τη διάρκεια του έτους.

Για την επεξεργασία και διάθεση του κατσίγαρου έχουν δοκιμαστεί διάφορες μέθοδοι σε εργαστηριακή και πραγματική κλίμακα. Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα δεν έχει προταθεί μία ολοκληρωμένη λύση, αλλά έχουν εφαρμοστεί διάφορες τεχνικές κατά περίπτωση που παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα τεχνικής ή οικονομικής φύσεως και δεν έχουν λύσει ικανοποιητικά το πρόβλημα.

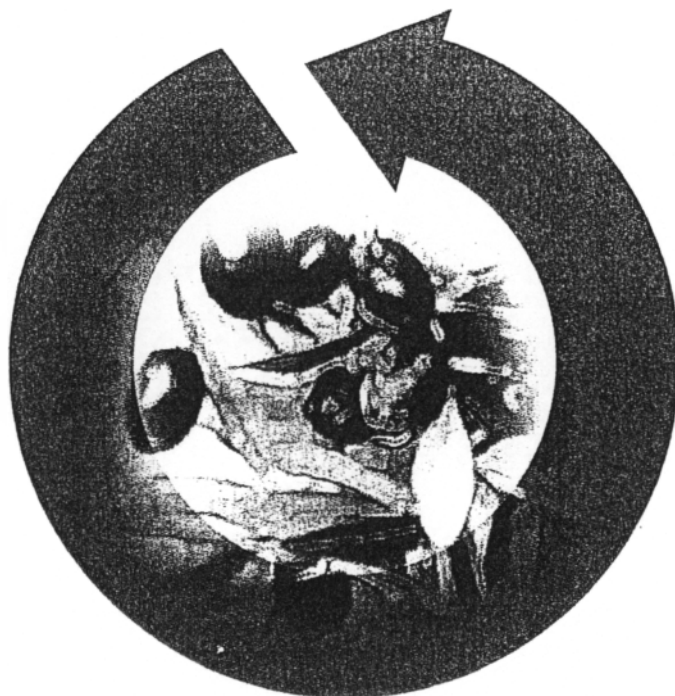
Συγκεκριμένα, έχει εφαρμοστεί η διάθεση του κατσίγαρου σε λίμνες εξάτμισης (Κρήτη) σε λάκκους (Χίος) ή στο έδαφος (Κύπρος) μέθοδοι που απαιτούν μεγάλες εκτάσεις για τη διάθεση των αποβλήτων και συχνά δημιουργούν αισθητικά προβλήματα αρκετές φορές λόγω της διαστασιολόγησης και κατασκευής των συστημάτων αυτών.

Επίσης έχει εφαρμοστεί η μετατροπή των ελαιουργείων από τριφασικά σε διφασικά (Ισπανία) διαδικασία που μειώνει σημαντικά τον όγκο του απαιτούμενο νερό στο ελαιουργείο και κατά συνέπεια τον όγκο των παραγόμενων υγρών αποβλήτων, αλλά μεταθέτει την αντιμετώπιση του προβλήματος σε ένα μίγμα πυρήνα-κατσίγαρου. Παράλληλα, σε πιλοτική κλίμακα έχει δοκιμαστεί η παραγωγή

⁷ Υγρά απόβλητα ελαιωτριβείων

υγρού εδαφοβελτιωτικού (Καλαμάτα) ή κομπόστας από τον κατσίγαρο (Κρήτη, Καλαμάτα) διαδικασία που προϋποθέτει την ύπαρξη. επαρκούς αγοράς για τη διάθεση του παραγόμενου υλικού.

Μέθοδοι όπως η χημική οξείδωση και η αναερόβια χώνευση του κατσίγαρου έχουν ήδη εφαρμοστεί (Κρήτη), είναι όμως τεχνικές με υψηλό λειτουργικό και κατασκευαστικό κόστος, αντίστοιχα. Έχει δοκιμαστεί επίσης, η συνεπεξεργασία του κατσίγαρου με αστικά λύματα σε τεχνητούς υγρότοπους ή σε μονάδες ενεργού ιλύος (Κρήτη), τεχνική όμως που έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση την σημαντική αραίωση του κατσίγαρου. Τέλος, έχει δοκιμαστεί ο κλασματικός διαχωρισμός του κατσίγαρου με τη βοήθεια φυσικής καθίζησης (Σάμος) τεχνική που απαιτεί τον συνδυασμό της με κάποια από τις προαναφερθείσες μεθόδους για να δώσει ικανοποιητικό βαθμό καθαρισμού των αποβλήτων.



Τα τελευταία χρόνια επίσης έχουν γίνει αρκετά πειράματα σε εργαστηριακή κλίμακα για την ανάκτηση των πολυφαινολών από τον κατσίγαρο με χρήση μεμβρανών, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία αρωμάτων και φαρμάκων. Η εκμετάλλευση των αποβλήτων με την παραπάνω μέθοδο φαίνεται ότι είναι τεχνικά δυνατή, αλλά είναι νωρίς για να είναι εφικτή η εφαρμογή της σε μεγάλη κλίμακα.

Στην Περιφέρεια Πελοποννήσου κύριος τομέας μεταποίησης είναι η παραγωγή ελαιολάδου και η επεξεργασία των ελίων που παράγονται στην περιοχή.

Ωστόσο, λόγω της αύξησης της ζήτησης για ελαιόλαδο στη διεθνή αγορά, αναμένεται πιθανή αύξηση στην ετήσια παραγωγή. Η αδυναμία των τοπικών επιχειρηματιών να ακολουθήσουν και να εισχωρήσουν σε νέες, διεθνείς αγορές μπορεί να είναι ο λόγος απουσίας αυτής της αναμενόμενης αύξησης. Ωστόσο, αυτός ο τομέας παραμένει μια κινητήρια δύναμη για την οικονομία της περιοχής συγκεντρώνοντας περισσότερες ελπίδες ανάπτυξης για την επόμενη δεκαετία. Κατά συνέπεια, η προσπάθεια, η οποία συμβάλλει στην ενίσχυση αυτού του τομέα, μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την οικονομία της περιφέρειας συνολικά.

Οι εταιρείες του τομέα αντιμετωπίζουν ένα σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα σε ότι αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων τους και ιδιαίτερα των υγρών, τα οποία είναι τοξικά και επιβλαβή για το περιβάλλον. Διάφορες μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα δείχνουν ότι δεν υπάρχει ακόμη κάποιο σύστημα αποτελεσματικό 100% σε παγκόσμια κλίμακα, και υπάρχουν διάφορα συστήματα, τα οποία εφαρμόζονται σε άλλα μέρη και που θα πρέπει να εξεταστούν περαιτέρω και να δοκιμαστούν σε τοπικό επίπεδο με τη βοήθεια ενός πιλοτικού προγράμματος ώστε ο καθοριστούν και να επιλεγθούν τα πλέον αποτελεσματικά και εφικτά εφαρμόσιμα συστήματα που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες της περιοχής. Ένα τέτοιο πρόγραμμα θα πρέπει να περιλαμβάνει ως Βασικούς φορείς υλοποίησης τα Α.Ε.Ι. της χώρας μας και ιδιαίτερα εκείνα που έχουν τμήματα Μηχανικών Περιβάλλοντος, τα Επμελητήρια (που αντιπροσωπεύουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις επιχειρήσεις κάθε περιοχής), άλλους συνεταιριστικούς και χρηματοοικονομικούς οργανισμούς, επιλεγμένες εταιρείες (που είναι πρόθυμες αλλά και χρειάζονται να πραγματοποιήσουν την εφαρμογή καινοτόμων δράσεων και να εξακριβώσουν τα αποτελέσματα των). Η προτεινόμενες δράσεις θα πρέπει να έχουν περιφερειακή ταυτότητα δηλαδή να είναι έτοιμες να αντιμετωπίσουν προβλήματα και ανάγκες κάτω από συνθήκες που υπάρχουν στην περιφέρεια. Οι δράσεις επίσης θα πρέπει να αναπτύσσονται έχοντας υπόψη συνέργιες και με άλλες δράσεις ώστε να έχουν καθολικά αποτελέσματα και να δώσουν οφέλη και σε άλλους τομείς της περιοχής. Δεν θα μπορούσε δηλαδή ένα τέτοιο πρόγραμμα να μην λάβει υπόψη του τον τομέα του τουρισμού καθώς και είναι ένας από τους κύριους τομείς της περιοχής της Αργολίδας αλλά και της Περιφέρειας Πελοποννήσου.

Τα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα όλων των προτεινόμενων δράσεων ενός τέτοιου προγράμματος θα μπορούν να αξιολογηθούν βάσει μετρήσιμων παραγόντων όπως παραδείγματος χάριν η ανάπτυξη των εταιρειών

που θα συμμετέχουν στο πρόγραμμα, ο αριθμός των νέων εταιρειών που θα δημιουργηθούν και οι οποίες θα συμβάλουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος (εδώ αναφερόμαστε σε εταιρείες επεξεργασίας αποβλήτων, εταιρείες αξιοποίησης παραπροϊόντων που προκύπτουν από την επεξεργασία ελαιοκάρπου και παραγωγής ελαιολάδου, δηλαδή παραγωγή απορρυπαντικών, καλλυντικών κ.λπ.) τα έσοδα που προέρχονται από τις πωλήσεις των νέων προϊόντων κ.ά.

Συνοψίζοντας θα πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι, εξαιτίας της μεγάλης διακύμανσης στα χαρακτηριστικά των ελαιουργείων (γεωγραφική θέση, δυναμικότητα, τοποθεσία, χρήση νερού, και άλλα), αλλά και στην ποιότητα και ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων δεν φαίνεται να υπάρχει μία λύση που να είναι άμεσα εφαρμόσιμη σε όλα τα ελαιουργεία της Περιφέρειας. Οι διάφοροι μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων των ελαιοτριβείων εξαρτώνται όχι μόνο από ενδογενείς παράγοντες αλλά κυρίως από τη δυναμικότητα παραγωγής τους. Η επεξεργασία των αποβλήτων θα πρέπει να είναι οικονομικά βιώσιμη για το μέγεθος των ελαιοτριβείων, επομένως δεν υπάρχουν "γενικές" λύσεις και σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές, περιφερειακής και τεχνικές ιδιαιτερότητες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΓΕΩΡΓΑΚΑΚΗΣ Δ., ΤΖΙΧΑ Φ., (1995) "Γεωργικά απόβλητα, 4 Προτάσεις- λύσεις για τα απόβλητα ελαιουργείων" Γεωργική Τεχνολογία -Τεύχος 30, (1995): 70-76 σελ.
- ΚΥΡΙΓΣΑΚΗΣ Α, (1988),"Το ελαιόλαδο" Αγροτική Συνεταιριστική Έκδοση, 1988 :129-137 σελ.,112-119 σελ.
- ΜΑΡΚΑΝΤΩΝΑΤΟΥ Γ. (1990) "Επεξεργασία και διάθεση- υγρών αποβλήτων" Β' έκδοση, Αθήνα .
- ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ ΚΝ., ΚΟΥΤΣΑΥΤΑΚΗΣ Α., (1990), "Απόβλητα ελαιουργείων. Δυσκολίες και προοπτικές για την αντιμετώπιση του προβλήματος" -Γεωργική Τεχνολογία-Τεύχος 1^ο, (1990) : 63-70 σελ.
- ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ Ν.,ΚΟΥΤΣΑΥΤΑΚΗΣ Α., (1989) «Απόβλητα ελαιουργείων. Δυσκολίες και προοπτικές για την αντιμετώπιση του προβλήματος». Πρακτικά Ημερίδας, Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων, ΓΕΩΤΕΕ/Π. Κρήτης, 31 Μαρτίου 1989, Ηράκλειο.
- ΜΠΑΛΗΣ Κ, (1993) "Μεσσηνιακός κόλπος: Ασφαλής ή επισφαλής αποδέκτης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων", "Υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, Μέθοδος βιολιπασματοποίησής τους" - Γεωργία Κτηνοτροφία - Τεύχος 70, (1993) : 49-59 σελ.
- ΜΠΑΛΗΣ Κ (1989) "Δυναμική της αερόβιας αξιοποίησης του κασιόγαρου." Πρακτικά Ημερίδας Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Μάρτης (1989) :32-41 σελ.
- ΜΠΑΛΗΣ Κ, (1997)"Αερόβια Βιοεπεξεργασία Αποβλήτων Ελαιοτριβείων : Αζωτοδεσμευτική Βιολιπασματοποίηση και Διαδικασίες Συγκομποστοποίησης". Πρακτικά Συμποσίου, ΤΑ «ΑΠΟΒΛΗΤΑ» ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ, ΚΑΛΑΜΑΤΑ 6-8 Νοεμβρίου 1997.
- ΜΠΑΛΗΣ Κ, ΜΑΡΗ Ι, (1997) "Συγκομποστοποίηση εκχυλισμένου ελαιοπυρίνα (olive press-cake) με την συνεχή προσθήκη υγρών αποβλήτων ωμών, ή προεπεξεργασμένων με υπεροξειδίο του υδρογόνου υπό συγκρίσιμες συνθήκες". Πρακτικά Συμποσίου, ΤΑ "ΑΠΟΒΛΗΤΑ" ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ, ΚΑΜΑΜΑΤΑ 6-8 Νοεμβρίου 1997.
- ΜΠΑΛΗΣ Κ, ΠΑΤΣΑΚΗ Ε.Σ., ΜΠΟΥΡΜΠΟΣ Β.Α., (1997) "Αντιμετώπιση του περονόσπορου της πατάτας με εκχύλισμα λιόχουμου" Πρακτικά Συμποσίου, ΤΑ «ΑΠΟΒΛΗΤΑ» ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ, ΚΑΛΑΜΑΤΑ 6-8 Νοεμβρίου 1997.

- ΜΠΙΛΛΗΣ Κ., ΧΑΤΖΗΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΦΛΟΥΡΗ Φ. (1991) «Όλοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων», Πρακτικά συμποσίου: Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιοτριβείων, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος & Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, Χανιά, 9-1 Ο Μαΐου 1991 :66-74
- ΝΤΑΛΗΣ Δ., (1988) "Η ρύπανση του περιβάλλοντος και το πρόβλημα των αποβλήτων ελαιουργείων. Η αερόβια επεξεργασία τους." Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης "Οι ελαιώνες του Αιγαίου" Μυτιλήνη 25-27/2/1988 : 397-399
- ΠΟΥΥΣΙΟΥ Μ., ΔΗΜΟΥ Δ. & ΜΠΙΛΛΗΣ Κ (1983) "Τα ελαιουργικά απόβλητα και η αντιμετώπισή τους ", 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Χημείας, Ένωση Ελλήνων Χημικών: 557-562
- ΣΑΧΙΝΗ Κ (1997) "Φάκελος : Απόβλητα των ελαιουργείων, μέθοδοι διαχείρισης Ελαιά & Ελαιόλαδο - Τεύχος 2ο,'97: 43-47
- ΣΑΧΙΝΗ Κ (1998) "Φάκελος : Απόβλητα των ελαιουργείων, μέθοδοι διαχείρισης" Ελαιά & Ελαιόλαδο - Τεύχος 5ο,'98: 58-60
- ΤΣΩΝΗΣ Σ.Π., (1997) "Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων, στοιχεία για τον σχεδιασμό συστημάτων διαχείρισης". Πρακτικά Συμποσίου, ΤΑ 'ΑΠΟΒΛΗΤΑ' ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ, ΚΑΛΑΜΑΤΑ 6-8 Νοεμβρίου 1997.
- ΦΛΟΥΡΗ Φ., ΧΑΤΖΗΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΜΠΙΛΛΗΣ Κ (1994) "Η Γεωργία αποδέκτης των αποβλήτων της : Η περίπτωση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων" ΠΡΑΚΤΙΚΑ Διεθνούς Δημερίδας «Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων» ΣΗΤΕΙΑ 16-17/6/'94
- ΦΛΟΥΡΗ Φ., ΧΑΤΖΗΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΜΠΙΛΛΗΣ Κ,(1988) "Εφαρμογή υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων στο έδαφος" Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης "Οι ελαιώνες του Αιγαίου" Μυτιλήνη 25-27/2/1988 : 375-394
- ΦΛΟΥΡΗ Φ., ΧΑΤΖΗΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΜΠΙΛΛΗΣ Κ, ΑΝΤΩΝΑΚΟΥ Μ. (1994), "Βιολιπασματοποίηση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων - Η πιλοτική μονάδα της αναπτυξιακής εταιρείας Δυτικής Μεσσηνίας" Πρακτικά Διεθνούς Δημερίδας "Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων" ΣΗΤΕΙΑ 16-17/6/'94