

57

93033

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

“Η Βιολιπασματοποίηση των υγρών αποβλήτων των
ελαιουργείων”

Πτυχιακή εργασία της σπουδάστριας
Γεωργίας Παναγιωτοπούλου

Επιβλέπων καθηγητής : Α. Ηλιόπουλος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 1998

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ΣΕΛ.
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΘΛΙΨΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ	3
1.1 Ειδη υποπροϊόντων-αποβλήτων από την εξεργασία του ελαιοκάρπου	3
1.1.1 Εξαγωγή του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο	3
1.1.2 Τύποι ελαιουργείων -Υποπροϊόντα ελαιουργείας	4
1.2 Τα υγρά απόβλητα (λιοζούμια, κασιίγανος)	7
1.2.1 Απόβλητα ελαιουργείων και ρύπανση	12
1.2.2 Ρυπαντική ικανότητα των αποβλήτων	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ(ΥΑΕ)	19
2.1 Χειρισμοί για καθαρισμό και ασφαλή απόρριψη	20
2.1.1 Απόρριψη αποβλήτων σε δεξαμενές ή τεχνητές λεκάνες για εξάτμιση	20
2.1.2 Αερόβια επεξεργασία	20
2.1.3 Φυσικόχημικός καθαρισμός	21
2.1.4 Θερμική συμπύκνωση	21
2.1.5 Αερόβιος βιολογικός καθαρισμός	22
2.1.6 Τεχνητή εξάτμιση	22
2.2 Χρήσεις των Υ.Α.Ε.	23
2.2.1 Ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων για την επίτευξη μονοκυτταρικών πρωτεϊνών	23
2.2.2 Βιομεθανοποίηση ή αναερόβιος βιολογικός καθαρισμός	23
2.2.3 Για την παραγωγή αντιοξειδωτικών ουσιών	24
2.2.4 Για την παραγωγή πρώτων υλών	24
2.2.5 Για την παραγωγή βιοτασενεργών ουσιών (Biosurfactants)	25
2.2.6 Ενάντιον φυτικών ασθενειών	25
2.2.7 Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών	25
2.2.8 Για λίπανση - άρδευση	26
2.2.9 Εφαρμογή στο έδαφος	27
2.3 Νέες προοπτικές	28
2.3.1 Υπερδιήθηση	28
2.3.2 Αντίστροφη ώσμωση	28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	
Η ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ	
ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ	29
3.1 Γενικά περί της βιολιπασματοποίησης των υγρών αποβλήτων	29
3.2 Επίδρασεις του κασίγαρου όταν εφαρμόζεται στο έδαφος	30
3.2.1 Αζωτοδεσμευτική βιολιπασματοποίηση	31
3.2.2 Επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους	33
3.2.3 Επίδραση στη σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων	34
3.2.4 Επίδραση στους εδαφογενείς φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς	35
3.3 Μονάδα βιολιπασματοποίησης	36
3.3.1 Αρχές λειτουργίας μονάδας βιολιπασματοποίησης	36
3.3.2 Περιγραφή της μεθόδου	37
3.3.3 Προϊόν - χρήσεις	44
3.3.4 Πειραματικές εφαρμογές	45
3.4 Παραγωγή φυτοχώματος από στερεά και υγρά απόβλητα	
ελαιουργείων	48
3.4.1 Κομποστοποίηση	48
3.4.2 Συγκομποστοποίηση	49
3.4.3 Compost φύλλων ελιάς	54
3.4.4 Αντιμετώπιση του περονοσπόρου της πατάτας με εκχύλισμα λιόχουμου	55
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 "Γενικευμένο διάγραμμα ροής του ελαιοκάρπου στα διάφορων τύπων ελαιουργεία (κλασσικό-Κ, φυγοκεντρικό τριών φάσεων - Φ, δύο φάσεων -2Φ).	5
Εικόνα 1.2 "Κύριοι τρόποι διάθεσης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα".	14
Εικόνα 1.3 "Απόρριψη υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο περιβάλλον και οι επιπτώσεις τους".	16
Εικόνα 3.1 "Πορεία αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας που εκδηλώνεται στο έδαφος μετά από κάθε νέα προσθήκη κασιόγαρου "(Κ. Μπαλής, 1993).	32
Εικόνα 3.2 "Μεταβολή του δείκτη βλαστικότητας με σπόρους του φυτού <i>Lepidium sativum</i> (κ.ον. Κάρδαμο) σε συνάρτηση με το βάθος".	34
Εικόνα 3.3 "Απόδοση της αυξήσεως των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε έδαφος που είχε δεχθεί χειρισμούς με κασιόγαρο σε σχέση με αυτή των μαρτύρων".	34
Εικόνα 3.4 "Επίδραση του κασιόγαρου στην σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων".	35
Εικόνα 3.5 "Η πορεία σαπροφυτικής επιβίωσης του μύκητα <i>Phytophthora cryptogea</i> σε έδαφος που έχει δεχθεί χειρισμούς με κασιόγαρο".	36
Εικόνα 3.6 "Πορεία χειρισμών για την μετατροπή του λιόζουμου σε βιολίπασμα".	37
Εικόνα 3.7 " Προκατεργασία με οξείδιο του ασβεστίου".	38
Εικόνα 3.8 " Δεξαμενές εφοδιασμένες με μηχανικό σύστημα ανάδευσης για την ανάμιξη του υλικού με οξείδιο του ασβεστίου".	38
Εικόνα 3.9 "Σχεδιάγραμμα περιστρεφόμενου συστήματος αερισμού και ανάπτυξης μικροβιακών πληθυσμών σε εκτεταμένες λεπτές στοιβάδες."	39
Εικόνα 3.10 "Πορεία αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας κατά τον πρώτο ενακτήριο κύκλο λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα.(Κ. Μπαλής 1994)	41
Εικόνα 3.11 "Επίδραση του <i>Azotobacter vinelandii</i> (στέλεχος Α) στην μείωση φυτοξικότητας του λιόζουμου".	42
Εικόνα 3.12 & 3.13 "Ο βιοαντιδραστήρας στην μονάδα της βιολιπασματοποίησης".	43
Εικόνα 3.14 "Επίδραση του βιολιπάσματος στην αύξηση των φυτών".	44
Εικόνα 3.15 "Συγκομποστοποίηση κασιόγαρου με εκχυλισμένο ελαιοπυρήνα (πυρηνόξυλο)".	51
Εικόνα 3.16 "Σχηματική παράσταση της πειραματικής μονάδας χώνευσης (composting) και των διάτρητων απαγωγών σωλήνων από πλέγμα εκ πλαστικού".	52
Εικόνα 3.17 " Κάτοψη της πειραματικής μονάδας κομποστοποίησης."	52
Εικόνα 3.18 & 3.19 "Γενικευμένη άποψη του συστήματος σειραδίων (windrows) στην μονάδα της Καλαμάτας".	53

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 "Σύσταση του εκχυλισμένου ελαιοπυρήνα" (Manios & Balis, 1983)	6
Πίνακας 1.2 "Μέσες ποσότητες ελαιολάδου στερεών υγρών υπολειμάτων από την επεξεργασία 100kg ελαιοκάρπου" (Κ. Μπαλής, 1993)	8
Πίνακας 1.3 "Ρυπαντικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων" (Amirante 1983, Fiestas 1977, Φλουρή 1988)	8
Πίνακας 1.4 "Γενικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων των ελαιοτριβείων σε ποσοστιαία βάση. (Vazquez et al., 1976, Saiz- Jimenez et al., 1987, Φλουρή κ.α. 1988).	10
Πίνακας 3.1 "Χαρακτηριστικά του αρχικού κατσίγαρου και του παραγόμενου βιολιπάσματος.	40
Πίνακας 3.2 "Επιδράσεις της εφαρμογής του βιολιπάσματος στην Ελιά"	45
Πίνακας 3.3 "Επιδράσεις της εφαρμογής βιολιπάσματος στο Αμπέλι "	46
Πίνακας 3.4 "Επιδράσεις του βιολιπάσματος στην περιεκτικότητα ζαχάρων και στην οξύτητα του χυμού των σταφυλιών "	46
Πίνακας 3.5 "Πειραματικές εφαρμογές με βιολίπασμα στην πατάτα "	47
Πίνακας 3.6 "Εδαφικά χαρακτηριστικά των πειραματικών αγρών "	47

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. Στην χώρα μας, που κατέχει την τρίτη θέση στην παραγωγή του ελαιολάδου, η ελιά καλλιεργείται σε έκταση 6.908.011 στρέμματα ενώ όλες οι άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες μαζί σε 9.097.440 στρέμματα. Ο συνολικός αριθμός ελαιοδέντρων ανέρχεται περίπου σε 135.000.000 δέντρα, από τα οποία 112.000.000 είναι σε συμπαγείς ελαιώνες (Γεωργική Στατιστική 1990).

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 εκμετάλευσης. 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 εκμετάλευσης 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.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια κριτική επισκόπηση των μεθόδων αξιοποίησης και ασφαλούς διαχείρισης των αποβλήτων των ελαιοτριβείων με την ελπίδα να αποτελέσει μια μικρή συμβολή στην προσπάθεια αντιμετώπισης των αγροπεριβαλλοντικών προβλημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΘΛΙΨΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

1.1 Είδη υποπροϊόντων- αποβλήτων από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου.

1.1.1 Εξαγωγή του ελαιολάδου από τον ελαιοκάρπο

Ο ελαιοκάρπος κατά την διαδικασία της έκθλιψης του, περιέχει περίπου 50% νερό, 22% λάδι και 25% υδατάνθρακες κ.λ.π.

Η διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου, περιλαμβάνει ως αρχικό στάδιο, την αποφύλλωση και το πλύσιμο του ελαιοκάρπου. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει το σπάσιμο και την άλεση που στα κλασικού τύπου ελαιουργεία γίνεται με τον ελαιόμυλο και στα φυγοκεντρικά, μικτά και κλασικά βελτιωμένου τύπου ελαιουργεία γίνεται με τη βοήθεια μεταλλικού σπαστήρα. Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει τη μάλαξη η οποία συντελεί στη συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων σε μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Η συνένωση αυτή είναι απαραίτητη για τον διαχωρισμό του λαδιού από τα φυτικά υγρά. Με τη θέρμανση της ελαιοζύμης (25-30°C) στη φάση αυτή επιτυγχάνεται γρηγορότερη κίνηση και συνένωση των ελαιοσταγονιδίων λόγω μείωσης του ιξώδους. Στο επόμενο στάδιο παραλαμβάνεται το λάδι από τον ελαιοπολτό (μέσω πίεσης ή φυγοκέντρωσης). Η αρχή λειτουργίας των ελαιοτριβείων είναι ίδια με αυτή των αρχαίων χρόνων. Ωστόσο στα βελτιωμένου τύπου κλασικά ελαιοτριβεία, η πίεση είναι υδραυλική. Ο ελαιοπολτός μετά τη μάλαξη του τοποθετείται στα ελαιοδιαφράγματα, τα οποία δρουν σαν διηθητικά μέσα εμποδίζοντας το πέρασμα της στερεάς φάσης και επιτρέποντας την έξοδο της υγρής. Στα φυγοκεντρικού τύπου ελαιοτριβεία ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τον ελαιοπολτό, βασίζεται στην διαφορά του ειδικού βάρους του ελαιολάδου από αυτό του νερού και των στερεών. Ο

ελαιοπολτός μετά τη μάλαξη αραιώνεται με αρκετό νερό και στη συνέχεια φυγοκεντρείται στον φυγοκεντρητή (decanter) όπου και διαχωρίζεται στις τρεις φάσεις : ελαιόλαδο, φυτικά υγρά και ελαιοπυρήνας.

Το τελευταίο στάδιο της εξαγωγής του ελαιολάδου, το οποίο είναι ίδιο οποιαδήποτε μέθοδος κι αν έχει χρησιμοποιηθεί, είναι ο τελικός διαχωρισμός και ο καθαρισμός κατά το πέρασμα από τον ελαιοδιαχωριστήρα.

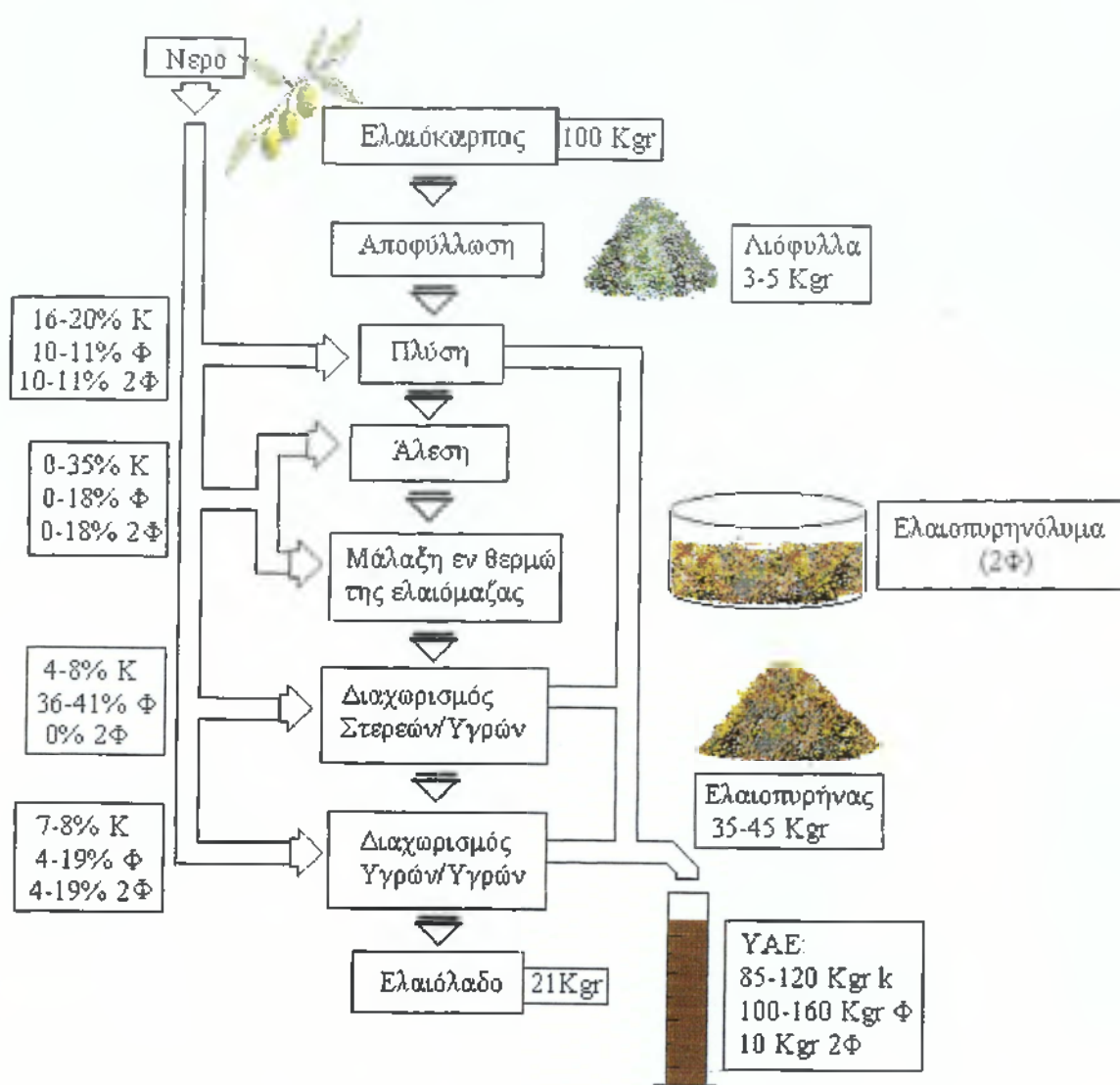
1.1.2 Τύποι ελαιουργείων - Υποπροϊόντα ελαιουργίας

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 αραιώση 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 ελαιοκάρπου στα ελαιοτριβεία (ανεξαρτήτως τύπου και κατασκευαστικών διαφορών) ακολουθεί σε γενικές γραμμές την ροή χειρισμών που περιγράφεται στο διάγραμμα της εικόνας 1.1.



Εικόνα 1.1. Γενικευμένο διάγραμμα ροής του ελαιόκαρπου στα διαφόρων τύπων ελαιουργεία (κλασικό-Κ, φυγοκεντρικό τριών φάσεων-Φ, δύο φάσεων -2Φ)

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%) (Ζωϊόπουλος, 1996).

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. (Zervakis et al., 1995)

Πίνακας 1.1 "Σύσταση του εκχυλισμένου ελαιοπυρήνα". (Manios & Balis 1983)

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
Ασβέστιο (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 ελαιοπυρηνολύματος ως ζωτροφής, παρουσιάζει δυσκολίες. Και αυτό γιατί στην περίπτωση χρησιμοποίησης του, ως ζωτροφής, θα ήταν απαραίτητη η αφαίρεση της υγρασίας, που συντελεί στην ανάπτυξη μικροοργανισμών και στην αλλοίωση (Ζωϊόπουλος 1996). 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 καραμελοπιείται.

δ) Υγρά απόβλητα, γνωστά ως κασίγαροι, λιοζούμια, η μούργες.

1.2 Τα υγρά απόβλητα (λιοζούμια, κασίγαρος)

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 λιοζουμίων που προκύπτουν από την επεξεργασία 100kg ελαιοκάρπου φαίνονται, ενδεικτικά στον πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2. "Μέσες ποσότητες ελαιολάδου, στερεών & υγρών υπολειμμάτων από την επεξεργασία 100kg ελαιοκάρπου." (Κ. Μπαλής, 1993)

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

Η σύσταση των αποβλήτων (λιόζουμα, κασίγαροι) μεταξύ διαφόρων ελαιοτριβείων για τον ίδιο ελαιοκάρπο, 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 (Μπαλής, 1989).

Ο κασίγαρος 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 υπολειμάτων ελαίου. Τα όρια μέσα στα οποία κυμαίνονται οι τιμές των κυριωτέρων φυσικοχημικών του χαρακτηριστικών δίδονται στον πίνακα 1.3.

Πίνακας 1.3 "Ρυπαντικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων" (Amirante 1983, Fiestas 1977, Φλουρή 1988).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΑ ΤΙΜΩΝ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΑ ΤΙΜΩΝ
pH	4-6	Πυκνότητα	1,015-1,024
Ολικά στερεά	24-125 gr./lit	Αγωγιμότητα	8.000-16.000μs/cm
Πτητικές ουσίες	20-105 gr./lit	TOC	22-24
BOD ₅	15-100 gr./lit	BOD	20-96 gr./lit
COD	20-150 gr./lit	Θολότητα	42.000-65.000
Ανόργανο κλάσμα	1-1,8%	Οργανικό κλάσμα	2-14,8%

Το σύνολο των συστατικών του οργανικού κλάσματος των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων μπορεί να διακριθεί σε τρεις γενικές κατηγορίες :

- 1) Απλά σάκχαρα, οργανικά οξέα, αμινοξέα (ευαφομοίωτα υλικά)
- 2) Βιοαποδομήσιμα πολυμερή (πρωτεΐνες, ημικυτταρίνες)

3) Έμμονα συστατικά (φαινολικές ενώσεις, ταννίνες, λιπαρές ουσίες) (Κ. Μπαλής 1995)

Τα συστατικά του λιόζουμου μπορούν να επηρεάσουν άμεσα ή έμμεσα την αύξηση των φυτών μέσω της εδαφικής μικροχλωρίδας η οποία μπορεί να το χρησιμοποιήσει σαν υπόστρωμα, ή να το μετατρέψει σε άλλα προϊόντα, όπως τοξίνες, ρυθμιστές αύξησης και σταθεροποιητές εδάφους. Είναι γενικά αποδεκτό, μολονότι δεν έχει αποδειχτεί σε όλες τις περιπτώσεις, πως η φυτοτοξική δράση του λιόζουμου οφείλεται στα φαινολικά του συστατικά. Αν δεχθεί κανείς τη βασική αρχή, ότι οι περισσότερες ουσίες μπορεί να καταστούν τοξικές αν δοθούν σε υψηλές δόσεις, οδηγείται στο συμπέρασμα ότι το λιόζουμο πράγματι συγκροτεί μια μεγάλη δεξαμενή φυτοτοξικών ουσιών, οι οποίες αν συσσωρευτούν στην περιοχή της ριζόσφαιρας είναι ικανές να αποτελέσουν σοβαρούς ανασχετικούς παράγοντες αύξησης των φυτών . Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι, πολλές από τις φαινολικές ουσίες, που εμφανίζονται στον πίνακα 1.4 , όπως το φερουλικό, το π-κουμαρικό, το π-υδροξυβενζοϊκό και το βανιλλικό οξύ, είναι ευρέως διαδεδομένες στο έδαφος, αλλά σπάνια συσσωρεύονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

Πίνακας 1.4. "Γενικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων των ελαιοτριβείων σε ποσοστιαία βάση." (Varquez et al., 1976, Fiestas 1977, Saiz-Jimenez et al., 1987, Φλουρή κ.α 1988).

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΑΝΑΛΟΓΙΑ	ΚΥΡΙΕΣ ΟΥΣΙΕΣ
Νερό	83 - 92%	
Λίπη	0,03 -1,0%	Υπολείματα ελαίου
Αζωτούχες ενώσεις	1,2 - 2,4%	Γλουταμίνη, Προλίνη, Ιστιδίνη, Αργινίνη κ.α
Σάκχαρα	2,0 - 0,8%	Ραφινόζη, Μαννόζη, Σακχαρόζη, Γλυκόζη, Αραβινόζη, Ραμνόζη, κ.α
Οργανικά οξέα	0,5-1,5%	Οξικό, Κιτρικό, Ηλεκτρικό, Γλυκερινικό, Γαλακτικό, Μηλικό, Μηλονικό, Οξαλικό, Τρυγικό, κ.α.
Πολυαλκοόλες	0,5-1,5%	Γλυκερίνη
Πηκτίνες, Τανίνες	0,4-1,5%	
Φαινολικές ενώσεις	0,3-0,8%	Φλαβονοειδή (Απεγίννη, Λουτεολίνη, Καρσετίνη) Φαινόλες (Καφεϊκό, Κινναμικό, 2,6-διυδροξυβενζοϊκό, πυδροξυβενζοϊκό, Συριγγικό, 3,4,5-τριμεθοξυβενζοϊκό, Βανιλικό, Βερατρικό, Φερούλικό, π-Κουμανικό, Πρωτοκατεχικό, Υδροξυτυροσόλη, Τυροσόλη, Πυροκατεχικό), Ελαιοευρωπαΐνη, κ.α.
Άλατα (σε 600°C)	0,4-1,5%	K, P, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, S

Η υψηλή περιεκτικότητα του λιόζουμου, τόσο σε ανόργανα όσο και σε οργανικά συστατικά το καθιστούν πιθανή πηγή θρεπτικών ουσιών και ενέργειας για πολυάριθμους μικροοργανισμούς. Αυτό πράγματι ισχύει για πολλούς μικροοργανισμούς. Αντίθετα, έχει διαπιστωθεί ότι κάποια από τα συστατικά, ιδιαίτερα τα φαινολικά, παρουσιάζουν ισχυρή ανασχετική δράση έναντι ορισμένων βακτηρίων και μυκήτων του εδάφους.

Το πιο σημαντικό από ποσοτικής απόψεως, μέρος του οργανικού κλάσματος είναι τα σάκχαρα. Οι πολυφαινόλες και οι λιπαρές ουσίες, μολονότι ποσοτικά υποδεέστερες, είναι από ποιοτικής απόψεως τα πιο σημαντικά συστατικά διότι προσδίδουν στον κασίγαρο ανεπιθύμητες φυσικοχημικές ιδιότητες, (χρώμα, φυτοτοξικότητα, εμμονή στο περιβάλλον).

Πρέπει να σημειωθεί ότι το σύνολο των στοιχείων απαντώνται υπο μορφή ενώσεων με άλλα οργανικά κυρίως συστατικά και δεν είναι άμεσα διαθέσιμα στα φυτά. Μπορούν όμως να καταστούν διαθέσιμα και να αξιοποιηθούν αν ο

κατσίγαρος υποστεί την αποικοδομητική δράση των μικροοργανισμών, ανάλογη με αυτή που παρατηρείται στα οργανικά λιπάσματα.

Μεταξύ των σακχάρων τα πιο σημαντικά είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η μανόζη, η ραφινόζη, η γαλακτόζη. Από τις πολυαλκοόλες οι κυριότερες είναι η γλυκερίνη και η μανιτόλη. Στις αζωτούχες ουσίες περιλαμβάνονται η προλίνη, ιστοδίνη, γλυκίνη, αργινίνη και άλλα 14 αμινοξέα που συνιστούν πρωτεϊνικά και άλλα σύμπλοκα κλάσματα του κατσίγαρου. Τα οργανικά οξέα αποτελούν σημαντικό, ιδιαίτερα από πλευράς φυτοτοξικότητας, κλάσμα που περιλαμβάνει τα οξέα οξικό, φουμαρικό, γαλακτικό, μηλικό, τρυγικό, οξαλικό, κιτρικό. Υπό ορισμένες συνθήκες διάθεσης του κατσίγαρου, όπως λίμνασης ή απόθεσης στο έδαφος σε μεγάλες ποσότητες, είναι δυνατόν να σχηματιστούν επίσης και τα άλλα οξέα, όπως βουτυρικό, προπιονικό, ηλεκτρικό, μυρμηγικό και να αυξηθούν οι συγκεντρώσεις οξαλικού οξέος. Μια τέτοια εξέλιξη είναι ιδιαίτερα ανεπιθύμητη αφού το σύνολο των δευτερευόντων αυτών προϊόντων έχουν έντονες φυτοτοξικές ιδιότητες και πολλά έχουν δυσάρεστη οσμή.

Στα φαινολικά συστατικά που έχουν ανιχνευτεί στον κατσίγαρο θα πρέπει να προστεθούν και πολυμερείς ουσίες καστανόμαυρου χρώματος που σχηματίζονται δευτερογενώς μέσω ενζυμικών αντιδράσεων που αρχίζουν αμέσως μετά την έκθλιψη του ελαιοκάρπου.

Παρόλη την αυξημένη περιεκτικότητα των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων σε σάκχαρα, η κατηγορία των συστατικών που έχει απασχολήσει περισσότερο του ερευνητές είναι αυτή των εμμόνων συστατικών, που φαίνεται ότι ευθύνεται για όλες τις ιδιότητες που τα καθιστούν ένα δύσκολο στην μεταχείριση απόβλητο. Έτσι, τα έμμονα συστατικά :

- Περιορίζουν το φάσμα και τη δράση των μικροοργανισμών εκείνων, που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν και να αποδομήσουν τα άλλα συστατικά.
- Προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες για τα φυτά καθώς και πολλούς ευαίσθητους υδρόβιους ζωικούς οργανισμούς.
- Βιοαποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες αλλά ολιγάριθμες ομάδες μικροοργανισμών.

Στο ανόργανο κλάσμα του αποβλήτου περιέχονται άλατα, καλίου, φωσφόρου, μαγνησίου, που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως λιπαντικά στοιχεία (Κ,Ρ, Na, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, S, Ανθρακικά 21%, Φωσφορικά 14%, Άλατα Καλίου 47%, Άλατα νατρίου 7%, Υπόλοιπα 11%)(Varguez et al., 1974, 1976)

Από τα στοιχεία που παρατέθηκαν γίνεται φανερό ότι ο κασίγαρος είναι ένα υδατικό φυτικό εκχύλισμα μεγάλου οργανικού φορτίου, έχει φυτοτοξικές ιδιότητες και η διάθεση του μπορεί να έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις, περισσότερο ή λιγότερο σημαντικές ανάλογα με την ικανότητα του αποδέκτη για αυτοκαθαρισμό. Στα θετικά του κασίγαρου πρέπει να αναγνωριστεί το γεγονός ότι είναι κατά κανόνα ελεύθερος ενώσεων υψηλού περιβαλλοντικού κινδύνου και δεν περιέχει, όπως άλλοι τύποι βιομηχανικών αποβλήτων, βαρέα μέταλλα, αμίαντο ή μη βιοαποδομήσιμες συνθετικές οργανικές ενώσεις.

1.2.1 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 ελαιотριβείων 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 ελαιотριβείων, ήταν αρκετά πλούσια σε υπολείμματα ελαίου και χρησιμοποιούνταν σαν πρόσθετο κτηνοτροφών και σαν καύσιμο. Στα σύγχρονα φυγοκεντρικά ελαιотριβεία 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.

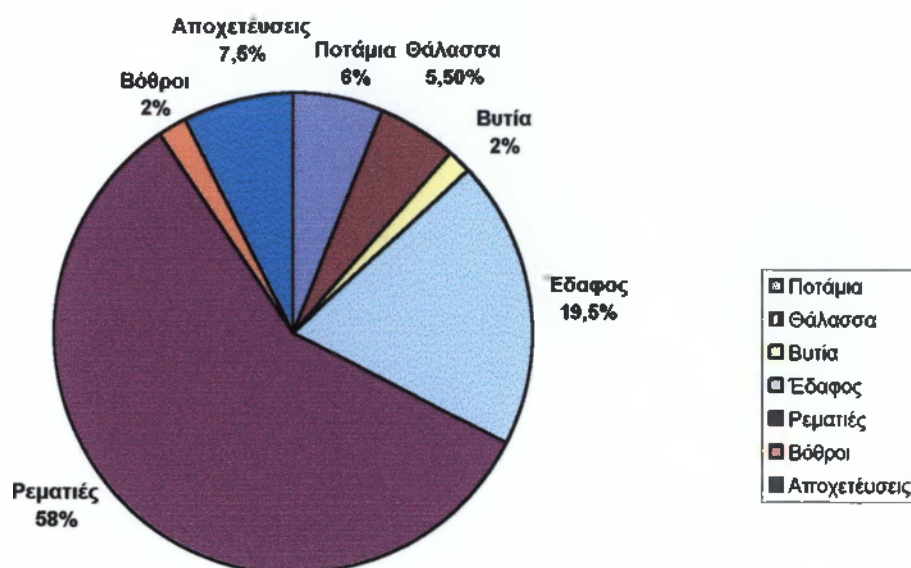
Τα σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος δημιουργούνται από τα υγρά απόβλητα. Ο εκσυγχρονισμός των ελαιολιτριβείων και η αύξηση της παραγωγής του ελαιολάδου, κατά την τελευταία χρόνια, είχε σαν συνέπεια την παραγωγή αυξημένου σχετικά όγκου υγρών αποβλήτων, περίπου όση και η ποσότητα επεξεργασμένου ελαιοκάρπου. Στα φυγοκεντρικά ελαιολιτριβεία 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 BOD₅, ωστόσο η τελική ποσότητα των υγρών αποβλήτων αυξάνεται σε 0,65lt./kg ελαιοκάρπου στα κλασσικού τύπου ελαιολιτριβεία 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 χειμάρους, ξερορέματα, έδαφος, θάλασσες, ή και λίμνες.

Σύμφωνα με στοιχεία της εικόνας 1.2 το 58% περίπου των ελαιολιτριβείων διοχετεύουν τα αποβλητά τους σε ρεματιές και μεγάλο μέρος τους καταλήγει αναπόφευκτα σε υδάτινους αποδέκτες. Το 11,5% των ελαιολιτριβείων διοχετεύουν τα αποβλητά τους κατευθείαν στη θάλασσα και σε ποτάμια, το 19,5% στο έδαφος και το υπόλοιπο 11% σε διάφορους άλλους αποδέκτες, όπως βόθρους, αποχευτικούς 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 φυτοτοξικότητάς τους,
- ⇒ αισθητική υποβάθμιση ακτών ιδιαίτερου κάλλους και μεγάλης τουριστικής αξίας,
- ⇒ ενοχλήσεις κατοίκων αστικών κέντρων λόγω της έκλυσης δύσοσμων εκπομπών.



Εικόνα 1.2 "Κύριοι τρόποι διάθεσης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα."

(ΠΗΓΗ : ΓΕΩΡΓΙΑ -Κτηνοτροφία 7,1993 σελ.:53)

Η ρυπογόνος δράση του κατσιγάρου 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 βαθύριζα, είτε στο ότι βρίσκονται σε λήθαργο και έτσι διαφεύγουν της τοξικής δράσης του κατσιγάρου.

Ορισμένες φορές ο κασιγάρος διεισδύει σε βαθύτερα υδροφόρα στρώματα και ρυπαίνει παρακείμενες πηγές. Στις περιπτώσεις που ο κασιγάρος απορρίπτεται στην θάλασσα, λίμνες ή ποτάμια, πέρα από την άμεση τοξικότητά του, εμφανίζονται και από πρόσθετα προβλήματα. Πιο συγκεκριμένα, τα σάκχαρα του κασιγάρου 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

κατσιγάρου, αδυνατούν να επιβιώσουν και τελικά αφανίζονται λόγω των συνθηκών ασφυξίας που δημιουργούνται στο περιβάλλον τους.

Στην εκτίμηση του βαθμού τοξικότητας των ΥΑΕ 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 αναφέρεται 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 κατσιγάρου 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.

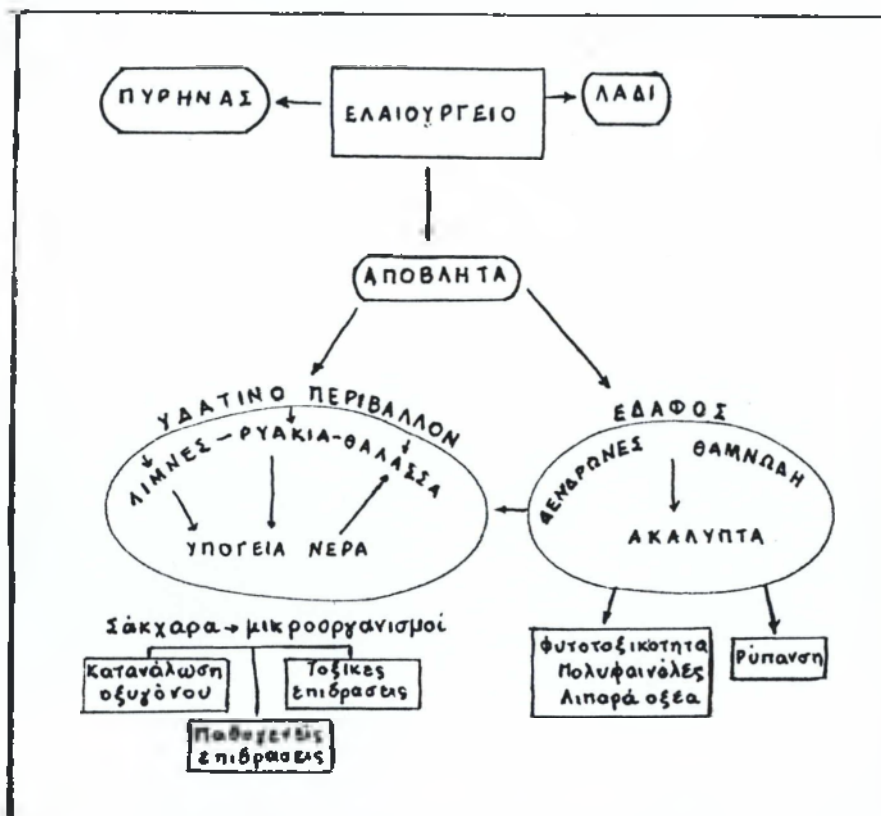
Παρολαυτά επισημαίνεται :

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 επιρραστεί 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 δόσολογία, 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 διαρκεί 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.



Εικόνα 1.3 "Απόρριψη υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο περιβάλλον και οι επιπτώσεις τους"

1.2.1. 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.¹

Οι τιμές του BOD είναι ιδιαίτερα υψηλές ενώ η τιμή των 25.000mg/lit. είναι από τις χαμηλότερες που αναφέρονται. Ενδεικτικά λοιπόν μπορεί να ειπωθεί ότι ένα λίτρο ΥΑΕ 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 ΥΑΕ. Οι συνθήκες ασφύξιας 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 ΥΑΕ σε υδρόβιους οργανισμούς όπως διάφορα είδη κυπρίνων (*Chandrostona polylepsi*, *Ciprinus caprio*) (Fiesta ros de Ursinos 1977).

Το COD² (Chemical Oxygen Demand = χημική απαίτηση οξυγόνου) 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 41.400-130.000ppm 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.

¹ Ο προσδιορισμός των τιμών της BOD₅ μπορεί να γίνει με την κλασσική ή την μονομετρική μέθοδο. Η κλασσική μέθοδος συνίσταται στην τοποθέτηση του δείγματος σε ειδική γυάλινη φιάλη BOD₅ χωρητικότητας 300ml, που περιέχει νερό 20°C εμπλουτισμένο με θρεπτικά συστατικά και οξυγόνο σε κορεσμό.

Το τελευταίο διαλύεται στο νερό (θρεπτικό διάλυμα) της φιάλης BOD με έντονη και παρατεταμένη ανάδευση. Ανάλογα με το είδος των αποβλήτων μπορεί να προστεθούν μικροοργανισμοί, κατά προτίμηση εγκλιματισμένοι στα συγκεκριμένα απόβλητα, για να αποτραπεί η εμφάνιση συνθηκών αποστείρωσης μέσα στην φιάλη.

Στην συνέχεια η φιάλη σφραγίζεται και τοποθετείται σε σκοτεινό θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας 20°C για πέντε ημέρες. Μετά το διάστημα αυτό μετρείται το διαλυμένο οξυγόνο που καταναλώθηκε από τους μικροοργανισμούς και συγκρίνεται με εκείνο του μάρτυρα (φιάλη με το ίδιο περιεχόμενο αλλά χωρίς δείγμα αποβλήτων).

Η μονομετρική μέθοδο βασίζεται στην μέτρηση του κένου που δημιουργείται με την κατανάλωση του οξυγόνου μέσα σε καλά σφραγισμένες φιάλες των οποίων το περιεχόμενο αναδευεται συνεχώς με σύστημα μαγνητικών αναδευτήρων. Το δημιουργούμενο κενό προκαλεί αναρρόφηση του υδραγύρου στην μονομετρική στήλη δείχνει την βιοχημική ζήτηση οξυγόνου με αναγνώριση πάνω σε κατάλληλα βαθμονομημένη κλίμακα.

² Ο προσδιορισμός της COD βασίζεται στο γεγονός ότι, όλη η οργανική ύλη, εκτός ορισμένων εξαιρέσεων, μπορεί να οξειδωθεί εν θερμό, με την βοήθεια ισχυρών οξειδωτικών μέσων κάτω από όξινες συνθήκες και να μετατραπεί σε CO₂ και H₂O. Σαν χημικό οξειδωτικό χρησιμοποιείται το διχρωμικό κάλι (K₂Cr₂O₇). Η διαδικασία μέτρησης της COD συνίσταται στον βρασμό μικρής ποσότητας δείγματος, για 2-3 ώρες, παρουσία πυκνού θεικού οξέως, υδραγύρου και διχρωμικού καλίου. Στην συνέχεια αφήνεται να κρυώσει και προσδιορίζεται ογκομετρικά (τιτλοδότηση με εναμμώσιο θεικό σίδηρο) το μη καταναλωθέν διχρωμικό κάλιο. Η ποσότητα διχρωμικού καλίου, που καταναλώθηκε, αντιστοιχεί στην ποσότητα της οργανικής ύλης του δείγματος που οξειδώθηκε.

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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

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, αυτάρκειας 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 μοντέλου³ 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 υπολείμματα 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.

³ Ευθύγραμμο παραγωγικό μοντέλο ή μη κυκλικό, βιομηχανικού τύπου είναι αυτό το οποίο στηρίζεται στην μεγιστοποίηση του οικονομικού αποτελέματος εξαντλώντας τα όρια ανοχής σε εισροές και αδιαφορώντας για το οποιοδήποτε περιβαλλοντικό κόστος των εκροών.

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 τις συνήθεις προδιαγραφές διάθεσης σε αποδέκτες. Η ικανοποίηση των προδιαγραφών αυτών απαιτεί υψηλό κόστος. Στη συνέχεια θα αναφερθούν περιληπτικά αυτές οι μέθοδοι διαχείρισης.

2.1 Χειρισμοί για καθαρισμό και ασφαλή απόρριψη

2.1.1 Απόρριψη αποβλήτων σε δεξαμενές ή τεχνητές λεκάνες για εξάτμιση.

Η μέθοδος της εξάτμισης ήταν ήδη γνωστή από παλαιότερα (Leony Fiestas, 1981) 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- 1m, για να επιτευχθεί μια ολική εξάτμιση μέχρι το τέλος του καλοκαιριού. Τα στερεά υπολείμματα που απομένουν συγκεντρώνονται με εκκαπτικό 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.

2.1.2 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, εκμεταλλεύομενοι τους μεταβολικούς τους μηχανισμούς.

2.1.3 Φυσικοχημικός καθαρισμός.

Η προσθήκη διαφόρων χημικών αντιδραστηρίων, όπως CaO, Ca(OH)₂ πολυηλεκτρολυτών κ.λ.π., χρησιμοποιήθηκε για τον καθαρισμό των αποβλήτων (Fiestas, 1977). Οι διαλυμένες ή σε αραίωση οργανικές ύλες παρακρατούνται από τα κατακρημιζόμενα 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.

2.1.4 Θερμική συμπίκνωση.

Πρόκειται για συμπίκνωση των αποβλήτων με εξάτμιση μέσω ειδικών εξατμοποιητών (Amirante, 1983). 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.

2.1.5 Αερόβιος βιολογικός καθαρισμός. (Bořja et al., 1991)

Με τη χρήση του μύκητα *Phanerochaete chrysosporium* η αερόβια επεξεργασία μπορεί να γίνει απ' ευθείας σε αραιωμένα απόβλητα είτε σε απόβλητα που προέρχονται από αναερόβια χώνευση (Tsonis et al., 1988). 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 Bořja et al., 1991, 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.

2.1.6 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.

2.2 Χρήσεις των Υ.Α.Ε

2.2.1 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 πρωτεϊνες 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.

2.2.2 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 ΥΑΕ 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 ΥΑΕ 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 του διάφορους ερευνητές κατά την διαχείριση των ΥΑΕ μέσω της αναερόβιας ζύμωσης ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του βιοαντιδραστήρα και των 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 (Borja et al., 1991, Fiestas Ros de Ursinos et al., 1982, Rozzi et al., 1984).

(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 κατα 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.

2.2.3 Για παραγωγή αντιοξειδωτικών ουσιών.

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

2.2.4 Για 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.

2.2.5 Για 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.

2.2.6 Εναντίον φυτικών ασθενειών.

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 υδροξυτυροσώλη που στερείται φυτοτοξικότητας.

2.2.7 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 λιάζουμα, μειώνουν σημαντικά τη φυτοτοξική δράση (Zervakis et al., 1995, Sanjust et al., 1987) και μάλιστα να προκαλούν τον αποχρωματισμό τους (Flouri et al., 1995, Zervakis et al., 1995). 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 μυρμηκαστικών. Ανάλογη βελτίωση της

δισαιτητικής αξίας λιγνικυτταρινούχων υπολειμμάτων γεωργικής δραστηριότητας έχει σημειωθεί προηγουμένα με άχυρο σιτηρών, στελέχη φυτών βάμβακος, στέμφυλα, κλπ (Martinez et al., 1995).

2.2.8 Για 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 (Morisot 1986).

Σημεία που συνηγορούν για μια τέτοια λύση είναι :

- α) Υψηλή περιεκτικότητα σε Κ και αξιόλογη σε Ρ και Mg,
- β) Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη η οποία μπορεί να συντελέσει στην ανάπτυξη μικροοργανισμών του εδάφους που βελτιώνουν τις 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 (Τσώνης 1997).

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 τις οποίες είναι υπεύθυνες για τα φυτοτοξικά συμπτώματα που παρουσιάζονται μετά από την εφαρμογή των αποβλήτων σε καλλιεργείες που βρίσκονται σε βλαστική δραστηριότητα (ζιζανιοκτόνος δράση).

Σύμφωνα με τις υπάρχουσες γνώσεις επιβεβαιώνεται (Morisot) 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.

2.2.9 Εφαρμογή στο έδαφος

Εδάφη που δέχονται κασιγάρο 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 (Φ.Φλουρή, Ι.Χατζηπαυλίδης, Κ.Μπαλής).

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι μια και μόνη διαβροχή του εδάφους με κασιγάρο δεν επαρκεί για την ενεργοποίηση και εκδήλωση των σημαντικότερων ίσως μικροβιακών μηχανισμών. Για να δράσει εμπλουτιστικά ο κασιγάρος ώστε να μεταβληθεί η ισορροπία των αυτόχθονων 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 κασιγάρου για την αξιοποίηση υποβαθμισμένων ή μειωμένης γονιμότητας εδαφών.

2.3 Νέες προοπτικές

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

2.3.1 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.

2.3.2 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

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 σύνολό 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 ελαιотριβείων 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 κασίγαρου όταν εφαρμόζεται στο έδαφος.

Μακροχρόνια πειράματα εφαρμογής των αποβλήτων αυτών στο έδαφος οδήγησαν στην διαπίστωση ότι ο κασίγαρος 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 :

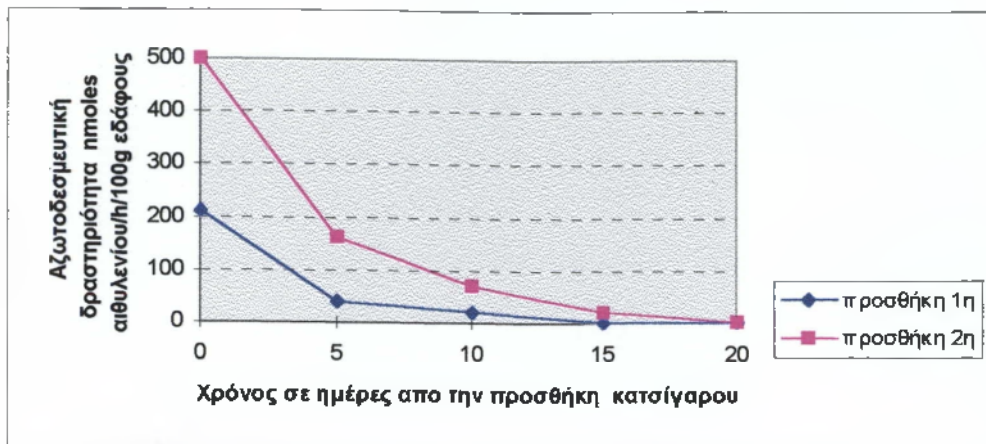
- Μεταβολίζουν και χρησιμοποιούν τα οργανικά συστατικά του κασίγαρου σαν πηγή ενέργειας
- Δεσμεύουν μοριακό άζωτο από την ατμόσφαιρα και σχηματίζουν αζωτούχες ενώσεις οι οποίες αποικοδομούμενες στο έδαφος αποδίδουν το δεσμευμένο άζωτο υπό μορφή αφομοιώσιμη για τα φυτά
- Παράγουν αυξίνες φυτών που ευνοούν 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 λιπταντικών 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.(Κ. Μπαλής, Γεωργία -Κτηνοτροφία 7,1993).

3.2.1 Αζωτοδεσμευτική βιολιπασματοποίηση(*Azotobacter vinelandii* strain 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 ιδιόζουσες 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 (εικ. 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.



Εικόνα 3.1 "Πορεία αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας που εκδηλώνεται στο έδαφος μετά από κάθε νέα προσθήκη κασιόγαρου" (Κ.Μπαλής 1993)

Συγκεκριμένα, όπως αναφέρθηκε, διαπιστώθηκε ότι το λιόζουμο υπό αερόβιες συνθήκες εμπλουτισμού, ευνοεί την εκλεκτική επικράτηση αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων και κατ' έξοχήν ειδών του γένους *Azotobacter* (Μπαλής, 1989 · Flouri et al., 1990 · Μπαλής, Χατζηπαυλίδης & Φλουρή, 1991 · Garcia - Barriopurño et al., 1992).

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 διαθεσή 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), δρούν επισχετικά έναντι εδαφογενών μυκήτων του ριζικού συστήματος των φυτών (soil suppressiveness), παράγουν εξωπολυσακχαρίδια που βελτιώνουν την δομή και την σταθερότητα

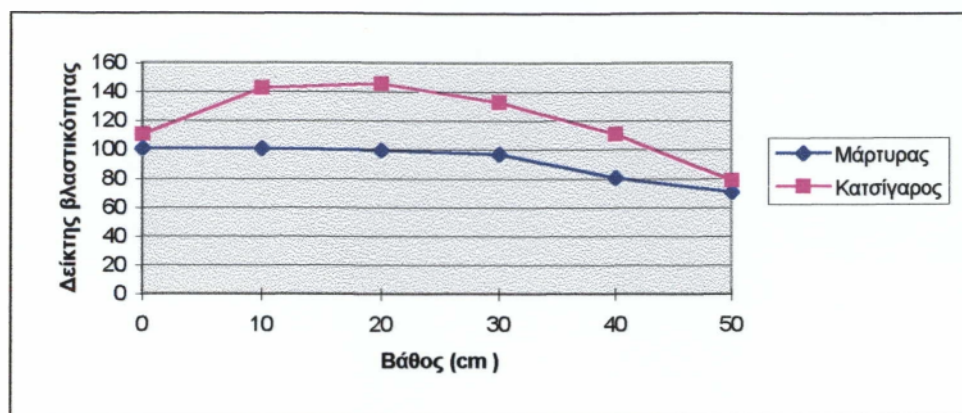
του εδάφους και κινητοποιούν δυσδιάλυτες μη αφομιώσιμες μορφές φωσφόρου στο έδαφος.

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 (Page & Huyer 1984). 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' ό τι ο κάθε οργανισμός μόνος του (Brown & Carr, 1984). Διπλός επίσης εμβολιασμός *Azotobacter* με *Bradyrhizobium japonicum* αυξάνει τον σχηματισμό φυματίων σε ψυχανθή (El-Bahrawy, 1983). Εξάλλου έχει δειχθεί ότι το *Azotobacter chroococcum* μειώνει τις προσβολές της πατάτας από τον φυτοπαθογόνο μύκητα *Rhizoctonia solani* (Meshram 1984).

3.2.2. Επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους

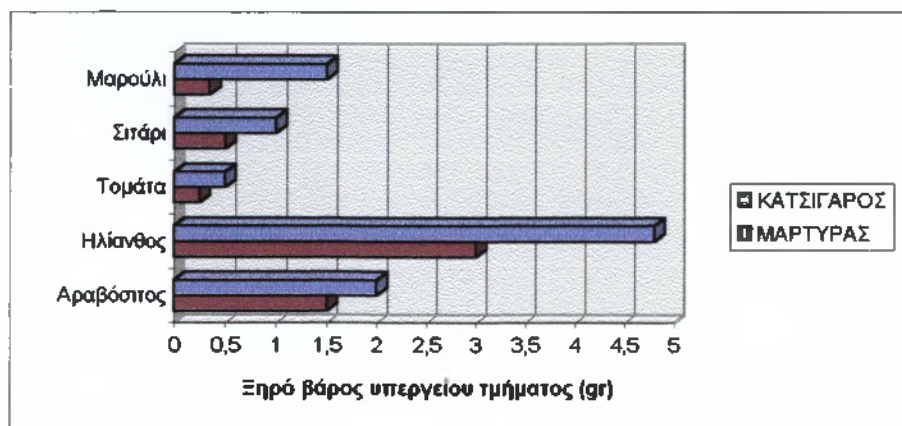
Η **φυτοτοξικότητα** που χαρακτηρίζει τον φρέσκο κατσίγαρο, μειώνεται προοδευτικά με την παλαίωση του. Ο ρυθμός μάλιστα μείωσης φαίνεται ότι εξαρτάται από το ιστορικό χειρισμών του εδάφους με κατσίγαρο. Συγκεκριμένα, η διάρκεια και η ένταση της φυτοτοξικότητας του υλικού μειώνονται ταχύτερα σε εδάφη 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/m² 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. (Κ. Μπαλής 1993)



Εικόνα 3.2 "Μεταβολή του δείκτη βλαστικότητα με σπόρους του φυτού *Lepidium sativum* (κ.ον Κάρδαμο) σε συναρτήση με το βάθος."

Σε ανάλογο συμπέρασμα σε ότι αφορά την ευνοϊκή επίδραση του κασιγάρου στην **γονιμότητα** του εδάφους, οδηγούν και τα αποτελέσματα σχετικού πειράματος στο οποίο εξετάσθηκε η ανάπτυξη διαφόρων καλλιεργούμενων φυτών, στο έδαφος του πειραματικού τεμαχίου που είχε δεχθεί χειρισμούς με κασιγάρο (Εικ. 3.3) (Κ.Μπαλής 1993)

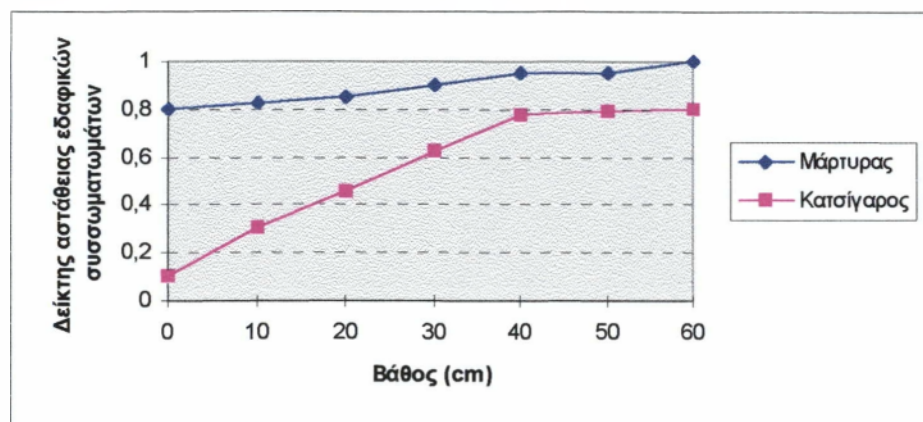


Εικόνα 3.3 "Απόδοση της αύξησεως των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε έδαφος που είχε δεχθεί χειρισμούς με κασιγάρο σε σχέση με αυτή των μαρτύρων".

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 αποσασθρώσεως και σκελετοποίησης των εδαφών. Από τα δεδομένα της εικ. 3.4 γίνεται φανερό ότι οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στο υπόστρωμα που τους προσφέρει ο κασιγάρος, λόγω της φύσεως των εξωπολυσακχαριδίων που παράγουν σε μεγάλη αφθονία, είναι εξαιρετικά αποτελεσματικοί στην αύξηση της σταθερότητας των εδαφικών συσσωματωμάτων. (Κ. Μπαλής, 1993)

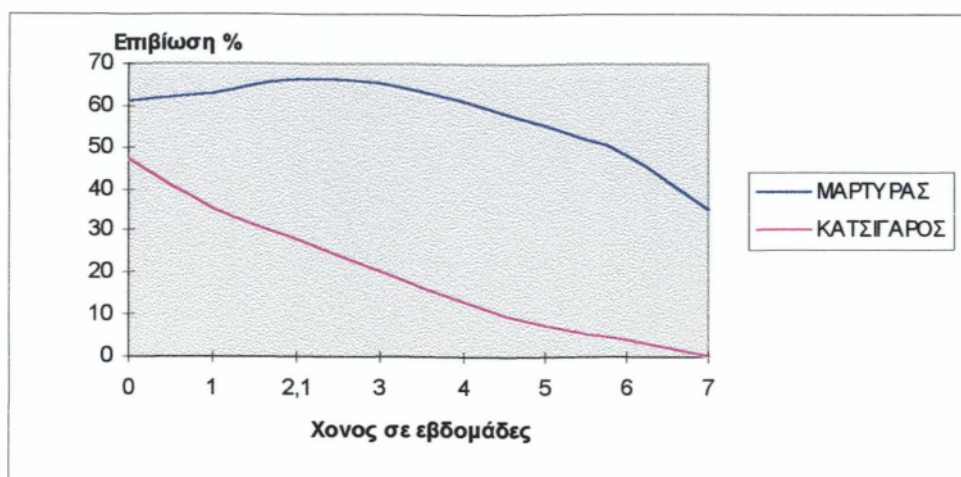


Εικόνα 3.4 "Επίδραση του κασιγάρου στην σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων."

3.2.4 Επίδραση στους εδαφογενείς φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, ο κασιγάρος, 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 κασιγάρο με αυτή του μάρτυρα (Εικ. 3.5), γίνεται φανερό ότι οι χειρισμοί με κασιγάρο 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*. (Κ. Μπαλής 1993)



Εικόνα 3.5 "Η πορεία σαπροφυτικής επιβίωσης του μύκητα *Phytophthora cryptogea* σε έδαφος που έχει δεχθεί χειρισμούς με κατσίγαρο".

3.3 Μονάδα βιολιπασματοποίησης

3.3.1 Αρχές λειτουργίας μονάδας βιολιπασματοποίησης

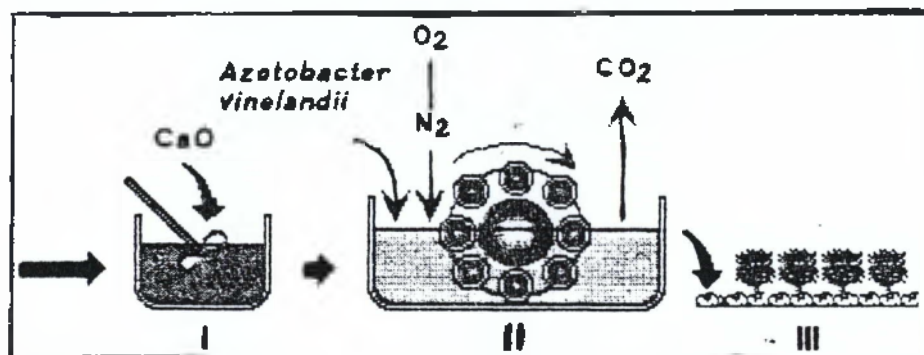
Η βάση της μεθοδολογίας που θα αναπτυχθεί στην συνέχεια, είναι ότι τα λιόζουμα συνιστούν ένα καλό εκλεκτικό υπόστρωμα μιας εξαιρετικά ενδιαφέρουσας και χρήσιμης από γεωργικής απόψεως μικροβιακής χλωρίδας.

Η ιδιότητα αυτή αξιοποιήθηκε με την ανάπτυξη πρωτότυπης μεθοδολογίας με την οποία τα ρυπογόνα για το περιβαλλον 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 3.6)

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 3.6 "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 - '97.

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.



Εικόνα 3.7 "Προκατεργασία με οξείδιο του ασβεστίου".



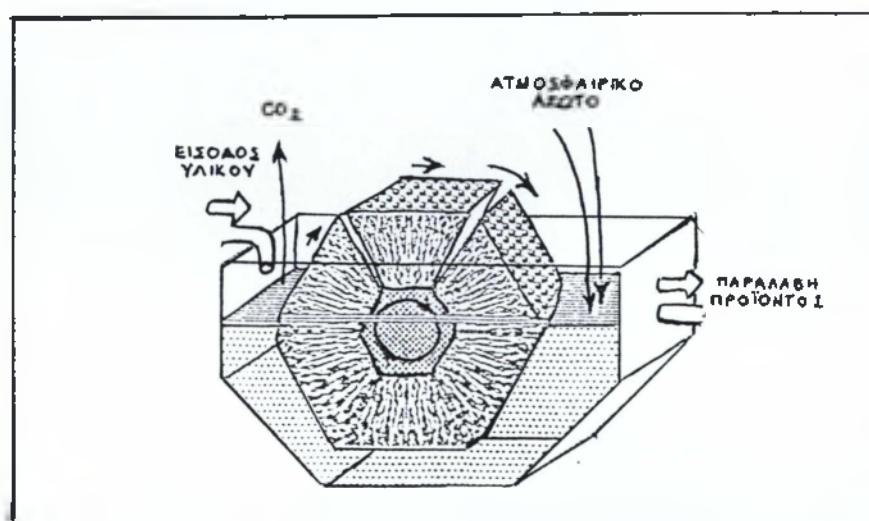
Εικόνα 3.8 "Δεξαμενές εφοδιασμένες με μηχανικό σύστημα ανάδευσης για την ανάμιξη του υλικού με οξείδιο του ασβεστίου".

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 παρελκομένων (αντλίες).

Κατά τη φάση αυτή :

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



Εικόνα 3.9 "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 προτότυπος και περιλαμβάνει έναν παλινδρομικά κινούμενο εναλλάκτη αέρα ο οποίος είναι μορφής διάτρυτου 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 m/min.

Ο χρόνος παραμονής κυμαίνεται από 2-4 ημέρες, ανάλογα με το οργανικό φορτίο του λιόζουμου και τη προσδοκόμενη χρήση του παραγόμενου βιολιπάσματος. (Κ. Μπαλής, 1997)

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 (Zucconi et al., 1981).

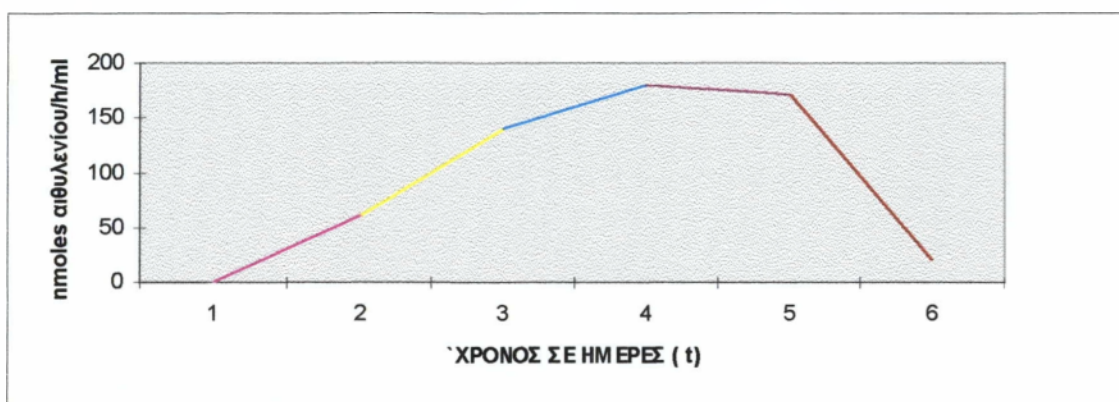
Πίνακας 3.1. "Χαρακτηριστικά του αρχικού κασιόγαρου και του παραγόμενου βιολιπάσματος".

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
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	423	550
K ⁺ (mg/L)	6100	6350
Δείκτης βλαστικότητας(αραίωση 25%)	0	104
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (μs/cm)	10.000	18.000

Η αζωτοδεσμευτική δραστηριότητα κυμαινόταν ανάλογα με τον χρόνο προσθήκης φρέσκου υλικού τροφοδοσίας μεταξύ μεταξύ 19,0 και 175 ppm 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%. (Κ. Μπαλής 1994)

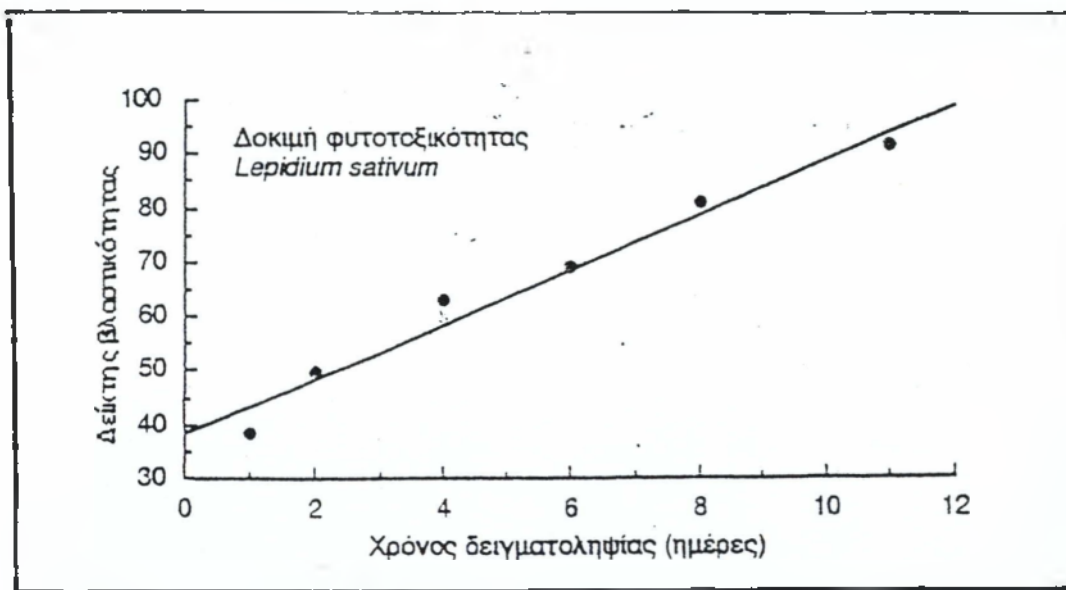
Από τις εκτιμήσεις αυτές προκύπτει ότι η πορεία αζωτοδέσμευσης κατά τον εναρκτήριο κύκλο λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα από μια ημέρα μετά τον εμβολιασμό ήταν ανοδική έφθανε ένα μέγιστο και ακολούθως άρχιζε να μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί την έβδομη ημέρα (Εικ. 3.10).



Εικόνα 3.10. "Πορεία της αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας κατά τον πρώτο εναρκτήριο κύκλο λειτουργίας του βιοαντηδραστήρα". (Κ. 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). (Εικόν.3.11)



Εικόνα 3.11 * Επίδραση του *Azotobacter vinelandii* (στέλεχος A) στην μείωση της φυτοτοξικότητας του λιόζουμου. Οι βιοδοκιμές έγιναν σύμφωνα με την μέθοδο Zuccopri et al.(1991) 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 (Χατζηπαυλίδης, et al., 1994)



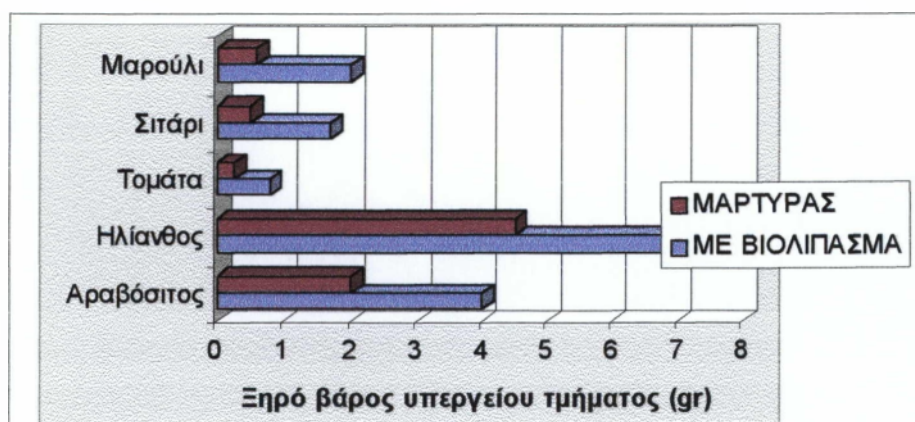
Εικόνα 3.12 & 3.13 "Ο βιοαντιδραστήρας στην μονάδα βιο-λιπασματοποίησης"

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 αναλογία 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 Πυλίας δοκιμάστηκε σε πειράματα αγρού (σε αμπέλι, ελιές και πατάτα) και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα (Εικ. 3.13).



Εικόνα 3.14 "Επίδραση του βιολιπάσματος στην αύξηση των φυτών"

3.3.4 Πειραματικές εφαρμογές.

Για την αξιολόγηση των ιδιοτήτων του παραχθέντος βιολιπάσματος της πιλοτικής μονάδας του Ρωμανού Πυλίας είχαν εγκατασταθεί πειραματικά αγροί με ελιά, αμπέλι και πατάτα.

Στην Ελιά

Εφαρμόσθηκε στην ποικιλία "μαυροελιά".

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

τέσσερις διαφορετικές ομάδες \times τέσσερα δέντρα \times 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 3.2 "Επιδράσεις της εφαρμογής του βιολιπάσματος στην Ελιά"

Ομάδες	<u>Μέσος όρος παραγωγής (kg ανά δέντρο)</u>		
	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

Στο Αμπέλι

Εφαρμόσθηκε στην ποικιλία σταφιδοποιίας "Κορινθιακή"

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

-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 πρέμνο. 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 σταφιλίου.

Πίνακας 3.3 "Επιδράσεις της εφαρμογής βιολιπάσματος στο Αμπέλι."

Ομάδες	ΕΦΑΡΜΟΓΗ					
	Βιολίπασμα		Χημική λίπανση		Μάρτυρας	
	Νο. Σταφυλ./ πρέμνο	Παραγ. kg/ πρέμνο	Νο. Σταφυλ./ πρέμνο	Παραγ. kg/ πρέμνο	Νο. Σταφυλ./ πρέμνο	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
Μ. Ο.	44,44	7,36	41,03	6,24	40,24	5,94
Τ. Α.	±4,96	±1,52	±6,72	±1,17	±4,42	±0,42

Πίνακας 3.4 "Επιδράσεις του βιολιπάσματος στην περιεκτικότητα ζαχάρων και στην οξύτητα του χυμού των σταφυλίων."

Ομάδες	ΕΦΑΡΜΟΓΗ					
	Βιολίπασμα		Χημική λίπανση		Μάρτυρας	
	BRIX	pH	BRIX	pH	BRIX	pH
A	25,53	3,45	27,00	3,20	24,70	3,20
B	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

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. 5 "Πειραματικές εφαρμογές με βιολίπασμα στην Πατάτα"

(Τμήματα εδάφους =2mX5m)

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Παραγ. σε kg/τμήμα εδάφους
A =Επιφανειακή λίπανση με αμμωνιακό νιτρικό άλας σε ποσότητα 1,165kg/τμήμα εδάφους X 3 επαναλήψεις	33.75 ± 4.25
B = Όπως το A +1L βιολίπασμα X3 επαναλήψεις	31.38 ± 5.19
C = Όπως το A +2L βιολίπασμα X3 επαναλήψεις	37.38 ± 3.94
D = Όπως το A +3L βιολίπασμα X3 επαναλήψεις	32.50 ± 5.63
S = Βασική λίπανση με φωσφορικό άλας και κάλιο σε ποσότητα 0.5kg/τμήμα εδάφους για κάθε στοιχείο. Τρεις επιφανειακές χορηγήσεις με αμμωνιακό νιτρικό άλας σε ποσότητα 0.165kg / τμήμα εδάφους	33.20 ± 5.78
H =Όπως το S +1L βιολίπασμα X3 επαναλήψεις	37.20 ± 4.63
M = Μάρτυρας (όχι επεμβάσεις)	30.75 ± 3.94

Η πιλοτική μονάδα βιολιπασματοποίησης των Υ.Α.Ε. είχε σαν σημαντικότερο στόχο την παραγωγή κατάλληλης ποσότητας βιολιπάσματος επαρκή να καλύψει τις 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 ενθαρυντικά , υπολογίζοντας την αξία λίπανσης και το επαναρθωτικό 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 εδάφων.

Πίνακας 3.6 "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 ανθρακός(%)	2.10	2.00	0.700
Ολικά άζωτο (%)	0.16	0.18	0.600
PO ₄ ³⁻ (ppm)	1.30	0.74	2.300
K ⁺ (ppm)	12.20	11.40	12.100
Na ⁺ (ppm)	12.60	16.10	18.400

3.4 Παραγωγή φυτοχώματος από στερεά και υγρά απόβλητα ελαιουργείων.

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

Στην πράξη η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στην Μονάδα Καλαμάτας σε σύστημα σειραδίων (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 (Haug 1980).

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 θερμόφιλης περιοχής (>45° C) και παράγονται πρόσκαιρα φυτοτοξικές ουσίες και
- Οδηγεί σε μια κατάσταση σταθεροποίησης το τελικό προϊόν της οποίας χαρακτηρίζεται ως ώριμη κομπόστα.

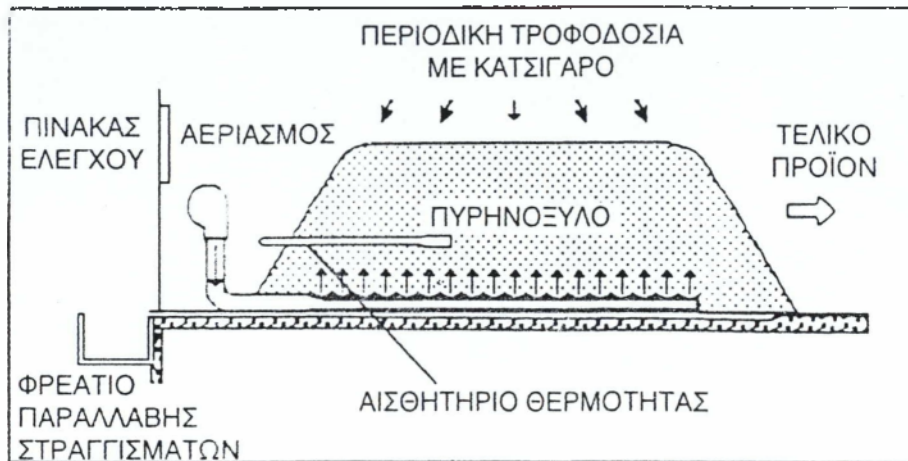
Η θερμόφιλη χώνευση (κομποστοποίηση), αποτελεί εναλλακτική λύση στην διαχείριση, επεξεργασία και αξιοποίηση των αποβλήτων που προκύπτουν κατά την διαδικασία παραλαβής του ελαιολάδου. Τόσο τα στερεά (εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας, φύλλα) όσο και υγρά (κασιίγαρος) μπορούν να αποδομηθούν σ' ένα σύστημα συγκομποστοποίησης. Η πορεία του φαινομένου μπορεί να παρακολουθηθεί με την μέθοδο της θερμόβαθμικής αναπνευσιμετρίας (thermogradient respirometry), κατά την οποία μετριέται σ' ένα εύρος θερμοκρασιών, η αναπνευστική δραστηριότητα της μικροχλωρίδας που αναπτύσσεται στο υλικό (Κ. Μπαλής). 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 διαθεσίμων 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 θερμόφιλη φάση της αερόβιας χώνευσης στερεών οργανικών υλικών (composting) για την διαχείριση του κασιίγαρου αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Μπαλής - Μελέτη και Εισήγηση "Μέτρων Αντιμετώπισης Προβλημάτων Ρύπανσης Περιβάλλοντος από τα Ελαιουργεία, Υπ. Γεωργίας, 1993, Μπαλής 1984). Το σύστημα που διαμορφώθηκε στηρίζεται στο γεγονός ότι το οργανικό φορτίο του λιόζουμου

προσφέρει πλούσιο υπόστρωμα στους θερμόφιλους 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.

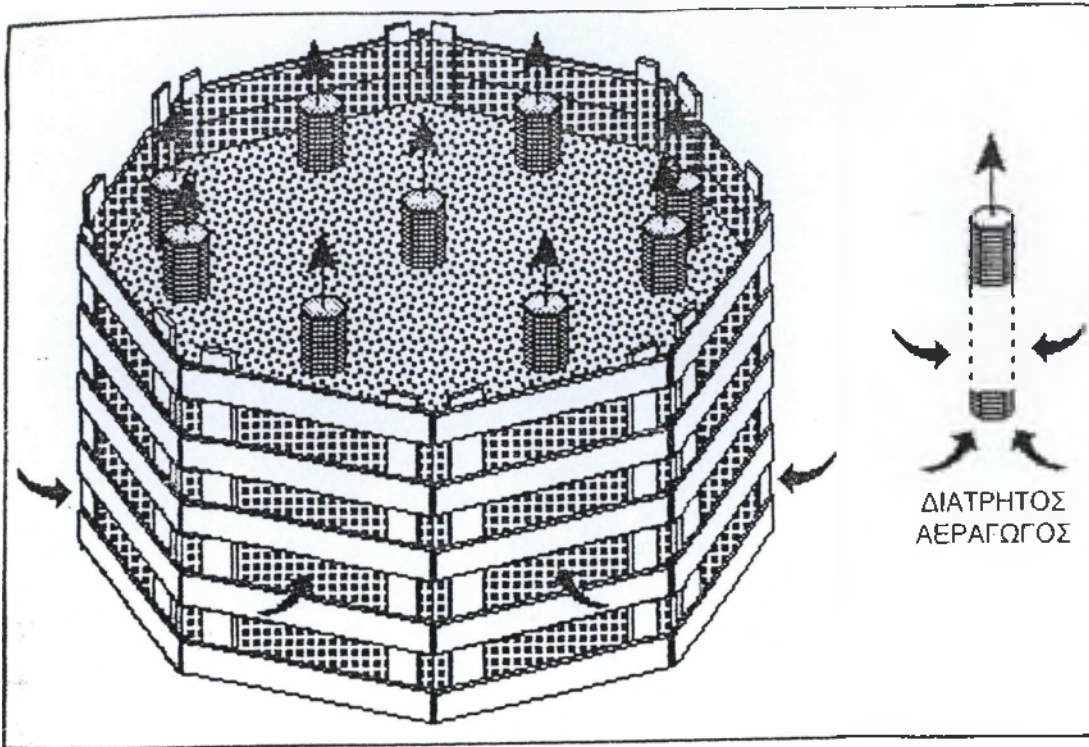
Στην πράξη, χρησιμοποιήθηκε σαν στερεό υπόστρωμα πυρηνόξυλο (εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας) μαζί με λιοφύλλα και τεμαχισμένα υπολείμματα κλάδευσης, τα οποία διαβρέχονται με λιοζουμια (ρύθμιση υγρασίας) σε αναλογία 2:3, ενώ ταυτόχρονα φροντίζεται να επικρατούν αερόβιες συνθήκες (εικον.3.14) . Υπό τις συνθήκες 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 θερμόφιλη 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.(Balis et al., 1995)



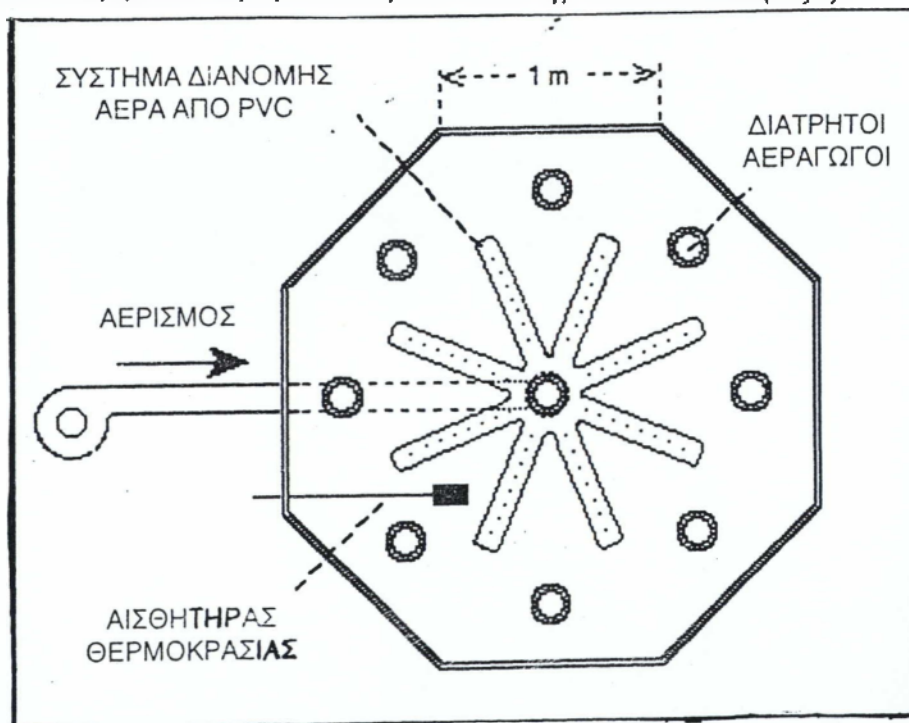
Εικόνα 3.15 Συγκομποστοποίηση κατσίγαρου με εκχυλισμένο ελαιοπυρήνα (πυρηνόξυλο).

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 (Balis et al., 1995). Ο φυσητήρας διαθέτει επίσης μηχανισμό ενεργοποίησης σε ταχτά 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 950m³ και η μέγιστη αφομοιωτική τους ικανότητα σε λιόζουμο είναι της τάξεως 10.000 τόνων.



Εικόνα 3.16 "Σχηματική παράσταση της πειραματικής μονάδας χώνευσης (composting) (αριστερά) και των διάτρητων απαγωγών σωλήνων απο πλέγμα εκ πλαστικού (δεξιά)



Εικόνα 3.17 "Κάτωψη 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 (Μπαλής κ.α. 1995).

Μετά την ολοκλήρωση της θερμόφιλης 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.(Κ. Μπαλής 1997)



Εικόνα 3.18 & 3.19 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 δένδρωδεις καλλιέργειες και αμπέλια, ενώ το άωρο προσφέρεται για την μετάπλαση και βελτίωση υποβαθμισμένων εδαφών όπου η φάση ωρίμανσης θα ολοκληρωθεί επί τόπου στο έδαφος (Κ. Μπαλής, 1997).

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 ριζόσφαιρα των φυτών.
- (5) Την αντικατάσταση της εισαγόμενης τύρφης και των άλλων οργανικών υποστρωμάτων. (Μαρή κ.α. 1995)

3.4.3 Compost φυλλων ελιάς (N. Μιχελάκης, Α. Κουτσαυτάκης, 1990)

Στο Ηράκλειο Κρήτης έγιναν προσπάθειες διερεύνησης της φυτοτοξικότητας του compost φύλλων ελιάς σε σχέση με το βαθμό χώνευσης και ωρίμανσης του (Μάιος 1982). 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. (Πατσάκη Ε.Σ., Μπούρμπος Α.Β., Μπαλής Κ.).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Δυστυχώς η αναμφισβήτητα ανοδική πορεία του κλάδου της ελαιοκαλλιέργειας τα τελευταία είχε και αυτή ένα μικρό αλλά σημαντικό μερίδιο στην φθορά που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στο φυσικό περιβάλλον.

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται σαν αναγκαίο κακό κατά την φάση της έκθλιψης του ελαιοκάρπου άρχισαν να αποτελούν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα την τελευταία δεκαετία σε όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες. Αρκετοί ερευνητές ασχολήθηκαν με την επίλυση του προβλήματος αλλά λύση πρακτικά εφαρμόσιμη και οικονομικά εφικτή δεν φάνηκε να βρίσκεται εύκολα.

Βασικά αίτια της επιδείνωσης του προβλήματος είναι τα εξής :

- Η θεαματική αύξηση της παραγωγής ελαιολάδου.

Τα τελευταία 40 χρόνια η μέση ετήσια παραγωγή υπερτριπλασιάστηκε (από 28 χιλ. τόνους το 1956 αυξήθηκε σε άνω των 100χιλ. του 1993). Η αύξηση στην παραγωγή ελαιολάδου προκάλεσε ως ήταν φυσικό και μια ανάλογη αύξηση στην παραγωγή αποβλήτων (Μιχελάκης, 1989).

- Η αύξηση των παραγόμενων αποβλήτων ανά μονάδα βάρους επεξεργασμένου ελαιοκάρπου.

Η γενικευμένη πλέον χρησιμοποίηση στην πράξη των ελαιουργείων φυγοκεντρικού τύπου τριών φάσεων, συνετέλεσε στην αύξηση της παραγωγής αποβλήτων. Τα ελαιουργεία αυτά παράγουν υγρά απόβλητα σε αναλογία προς τον επεξεργασμένο ελαιοκάρπο περίπου 1:1 έναντι 0,65:1 των ελαιουργείων κλασσικού τύπου. Επομένως, παρά το ότι το ρυπογόνο δυναμικό θεωρητικά διατηρείται το ίδιο, υπάρχει μια ποσοτική αύξηση της τάξεως των 50-55% στα παραγόμενα απόβλητα με τα ελαιουργεία φυγοκεντρικού τύπου.

- Η ανεπάρκεια εγκαταστάσεων χειρισμού των αποβλήτων.

Επίσης είναι φανερό ότι :

- Τα φυγοκεντρικού τύπου ελαιουργεία πρόκειται να γενικευτούν σε σύντομο χρόνο και να συντελέσουν σε μια σημαντική αύξηση του όγκου των παραγόμενων αποβλήτων.

- Τα ελαιουργεία στις ελαιοπαραγωγικές περιοχές είναι πολυάριθμα, χαμηλής δυναμικότητας και εποχιακής λειτουργίας. Γιαυτό λύσεις διάθεσης ή αξιοποίησης των αποβλήτων που απαιτούν υψηλές επενδύσεις ή υψηλό κόστος λειτουργίας έχουν περιορισμένες προοπτικές εφαρμογής.
- Η μεγάλη χωροταξική διασπορά των ελαιουργείων δεν επιτρέπει εύκολες και οικονομικά βιώσιμες λύσεις συγκέντρωσης και από κοινού διαχείρισης των αποβλήτων εκτός ελαχίστων περιπτώσεων. Η εφαρμογή των αποβλήτων στους ελαιώνες για άρδευση - λίπανση πρέπει να διερευνηθεί επισταμένως.
- Βραχυπρόθεσμα και μέχρις ότου υπάρξουν λύσεις τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά εφικτές θα πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα όπως :
 - Περιορισμός της άκριτης απόρριψης σε περατά εδάφη, ρυάκια, και θάλασσα.
 - Κατασκευή των προβλεπομένων από την νομοθεσία εγκαταστάσεων.
 - Απόρριψη σε αδιαπέρατα εδάφη ή σε επενδυμένες ή μη λεκάνες με προσθήκη ασβέστου σε περιπτώσεις δυσσομίας
 - Μακροπρόθεσμα θα πρέπει να σχεδιαστούν και χρηματοδοτηθούν προγράμματα έρευνας που παρουσιάζουν αξιόλογο βαθμό εφικτότητας. Στα προγράμματα αυτά θα πρέπει να συνεργάζονται όλοι οι αρμόδιοι φορείς.

Είναι γεγονός ότι η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και η δυνατότητα καλύτερης πληροφόρησης του αγροτικού πληθυσμού, με την αλματώδη ανάπτυξη των μέσων ενημέρωσης, οδήγησαν σε αυξημένες απαιτήσεις για καλύτερες συνθήκες διαβίωσης και αυξημένη ευαισθησία για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος σε σχέση ακόμα και με το πιο πρόσφατο παρελθόν. Δεν είναι λοιπόν παράξενο γιατί παρουσιάζεται τόσο έντονη κινητικότητα και πίεση προς τους ελαιοτριβείς τον τελευταίο καιρό για την αντιμετώπιση του προβλήματος των αποβλήτων των ελαιοτριβείων τους.

Τα αποτελέσματα των δοκιμών του μελετούμενου συστήματος διαχείρισης σε πειραματικές καλλιέργειες δικαιολογούν απόλυτα την αισιόδοξη πρόβλεψη αξιοποίησης των λιόζουμων στην παραγωγική διαδικασία αλλά και υπογραμμίζουν την ανάγκη έρευνας και συνεχούς πειραματισμού για τον

προσδιορισμό των βέλτιστων δόσεων για τις διάφορες καλλιέργειες και τύπους εδάφους.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι η εφαρμογή της μπορεί να βασιστεί:

- Σε υλικά τα οποία υπάρχουν ήδη στην αγορά.
- Στην χρήση φυσικών (μη γεννητικά τροποποιημένων) μικτών μικροβιακών πληθυσμών.
- Στην αξιοποίηση της υπάρχουσας στα πλείστα των ελαιοτριβείων υποδομής ασβέστωσης του κασιόγαρου.

Καθώς επίσης και στα εξής :

- Εξοικονόμηση ενέργειας αφού το παραγόμενο βιο-λίπασμα είναι πλούσιο σε βιολογικά δεσμευμένο άζωτο και επομένως μειώνει την εξάρτηση από τα χημικά αζωτούχα λιπάσματα η παραγωγή των οποίων είναι εξαιρετικά ενεργοβόρα.
- Εξοικονόμηση νερού αφού το προϊόν υποκαθιστά σε σημαντικό ποσοστό το νερό άρδευσης.
- Οικονομία στην χρήση άλλων χημικών λιπασμάτων. Το βιο-λίπασμα περιέχει όλα τα ανόργανα στοιχεία του καρπού της ελιάς.
- Το αρχικό "απόβλητο" ανακυκλώνεται πλήρως κατά τρόπο απόλυτα φιλικό με το περιβάλλον, δεδομένου ότι η μέθοδος επεξεργασίας είναι "καθαρή" δεν δημιουργεί απόβλητα και όλο το αρχικό υλικό αξιοποιείται για την διατήρηση και αύξηση της γονιμότητας του εδάφους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΓΑΛΙΑΤΣΑΤΟΥ Π.Π., (1993) "Μελέτη μακροσκοπικής δομής, διαφραγμάτων γραφίτη και Carbolac και μικροσκοπικής δομής ενεργού άνθρακα παραγόμενου από φυτικά παραπροϊόντα." Διδακτορική διατριβή, Ε.Μ.Π.
- ΓΕΩΡΓΑΚΑΚΗΣ Δ., ΤΖΙΧΑ Φ., (1995) "Γεωργικά απόβλητα, 4 Προτάσεις- λύσεις για τα απόβλητα ελαιουργείων" Γεωργική Τεχνολογία -Τεύχος 3ο, '95 :70-76
- ΖΕΡΒΑΚΗΣ Γ., ΜΠΑΛΗΣ Κ., (1996)," Υγρά και στερεά απόβλητα ελαιουργείων ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών", Πρακτικά Συμποσίου "Ελιά - Ελαιόλαδο - Μεσογειακή διατροφή" Καλαμάτα 8-10 Νοεμβρίου 1996 :192-197.
- ΖΩΪΟΠΟΥΛΟΣ Π.Η., (1986), "Αξιοποίηση των υποπροϊόντων της ελιάς σαν ζωοτροφές." Έκδοση Υπουργείου Γεωργίας, Αθήνα, σελ. 80
- ΖΩΪΟΠΟΥΛΟΣ Π.Η., ΒΕΚΙΑΡΗ Σ.Α., ΓΑΛΙΑΤΣΑΤΟΥ Π.Π., (1996), "Τεχνολογική αξιοποίηση αποβλήτων των ελαιουργείων με σκοπό την παραγωγή ζωοτροφών στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας" ΠΡΑΚΤΙΚΑ 1ου Συνεδριού για την βιολογική καλλιέργεια της ελιάς, ΚΑΛΑΜΑΤΑ 4 -10 / '96
- ΚΥΡΙΤΣΑΚΗΣ Α., (1988),"Το ελαιόλαδο" Αγροτική Συνεταιριστική Έκδοση, 1988 :129-137,112-119.
- ΜΑΝΙΟΣ Β., (1988),"Αξιοποίηση υποπροϊόντων ελαιοκάρπου και προστασία περιβαλλοντος από απόβλητα ελαιουργείων" ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΝΤΗΣΗΣ "Οι ελαιώνες του Αιγαίου", Μυτηλήνη 25-27/2/1988 : 328-344.
- ΜΑΡΗ Ι., ΜΠΑΛΗΣ Κ., (1996) "Αξιολόγηση της θερμόφιλης χώνευσης αποβλήτων με την μέθοδο της θερμοβαθμικής αναπνευσιμετρίας", Πρακτικά Συμποσίου "Ελιά - Ελαιόλαδο - Μεσογειακή διατροφή" Καλαμάτα 8-10 Νοεμβρίου 1996 : 117-130
- ΜΑΡΚΑΝΤΩΝΑΤΟΥ Γ. (1990) "Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων" Β' έκδοση, Αθήνα .
- ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ Κ.Ν., ΚΟΥΤΣΑΥΤΑΚΗΣ Α., (1990), "Απόβλητα ελαιουργείων. Δυσκολίες και προοπτικές για την αντιμετώπιση του προβλήματος" -Γεωργική Τεχνολογία-Τεύχος 1ο, '90 : 63-70

- ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ Κ.Ν.,- ΒΟΖΙΝΑΚΗΣ Κ. (1996), "Καταλληλότητα εξατμισοδεξαμενών για τον χειρισμό των αποβλήτων των ελαιουργείων στην Κρήτη" ΠΡΑΚΤΙΚΑ 1ου Συνεδρίου για την βιολογική καλλιέργεια της ελιάς, ΚΑΛΑΜΑΤΑ 4 -10 / '96
- ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ Ν., ΚΟΥΤΣΑΥΤΑΚΗΣ Α., (1989) "Αποβλήτα ελαιουργείων. Δυσκολίες και προοπτικές για την αντιμετώπιση του προβλήματος". Πρακτικά Ημερίδας, Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων , ΓΕΩΤΕΕ/Π. Κρήτης, 31 Μαρτίου 1989, Ηράκλειο.
- ΜΠΑΛΗΣ Κ., (1993) "Μεσοσηνιακός κόλπος : Ασφαλής ή επισφαλής αποδέκτης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων", "Υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, Μέθοδος βιολιπασματοποίησής τους" - Γεωργία Κτηνοτροφία - Τεύχος 7ο, ' 93 : 49-59
- ΜΠΑΛΗΣ Κ. (1989) "Δυναμική της αερόβιας αξιοποίησης του κασιόγαρου." Πρακτικά Ημερίδας Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Μάρτης 1989 :32-41
- ΜΠΑΛΗΣ Κ., (1997)"Αερόβια Βιοεπεξεργασία Αποβλήτων Ελαιοτριβείων : Αζωτοδεσμευτική Βιολιπασματοποίηση και Διαδικασίες Συγκομποστοποίησης". Πρακτικά Συμποσίου, ΤΑ "ΑΠΟΒΛΗΤΑ" ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ, ΚΑΜΑΜΑΤΑ 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 περονοσπόρου της πατάτας με εκχύλισμα λιόχουμου" Πρακτικά Συμποσίου, ΤΑ "ΑΠΟΒΛΗΤΑ" ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ, ΚΑΜΑΜΑΤΑ 6-8 Νοεμβρίου 1997.
- ΜΠΑΛΗΣ Κ. (1996) "Τα γεωργικά απόβλητα σαν συντελεστές αυτάρκειας καλλιεργητικών συστημάτων" Πρακτικά Συμποσίου "Ελιά - Ελαιόλαδο - Μεσογειακή διατροφή" Καλαμάτα 8-10 Νοεμβρίου 1996 : 35-57
- ΜΠΑΛΗΣ Κ., ΧΑΤΖΗΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΦΛΟΥΡΗ Φ. (1991) "Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων ", Πρακτικά συμποσίου : Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιοτριβείων, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος & Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, Χανιά, 9-10 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
- ΠΟΛΥΣΙΟΥ Μ., ΔΗΜΟΥ Δ. & ΜΠΑΛΗΣ Κ. (1983) "Τα ελαιουργικά απόβλητα και η αντιμετώπιση τους ", 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Χημείας, Ένωση Ελλήνων Χημικών : 557-562
- ΣΑΧΙΝΗ Κ. (1997) "Φάκελλος : Απόβλητα των ελαιουργείων, μέθοδοι διαχείρισης" Ελαιά & Ελαιόλαδο - Τεύχος 2ο,'97 : 43-47
- ΣΑΧΙΝΗ Κ. (1998) "Φάκελλος : Απόβλητα των ελαιουργείων, μέθοδοι διαχείρισης" Ελαιά & Ελαιόλαδο - Τεύχος 5ο,'98: 58-60
- Τσώνης Σ.Π., (1997) "Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων, στοιχεία για τον σχεδιασμό συστημάτων διαχείρισης". Πρακτικά Συμποσίου, ΤΑ "ΑΠΟΒΛΗΤΑ" ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ, ΚΑΜΑΜΑΤΑ 6-8 Νοεμβρίου 1997.
- ΦΛΟΥΡΗ Φ., ΧΑΤΖΙΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΜΠΑΛΗΣ Κ. (1994) "Η Γεωργία αποδέκτης των αποβλήτων της : Η περίπτωση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων" ΠΡΑΚΤΙΚΑ Διεθνούς Διημερίδας "Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων" ΣΗΤΕΙΑ 16-17/6/'94
- ΦΛΟΥΡΗ Φ., ΧΑΤΖΙΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΜΠΑΛΗΣ Κ.,(1988) "Εφαρμογή υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων στο έδαφος" Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης "Οι ελαιώνες του Αιγαίου" Μυτιλήνη 25-27/2/1988 : 375-394
- ΦΛΟΥΡΗ Φ., ΧΑΤΖΙΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΜΠΑΛΗΣ Κ., ΑΝΤΩΝΑΚΟΥ Μ. (1994), "Βιολιπασματοποίηση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων - Η πιλοτική μονάδα της αναπτυξιακής εταιρείας Δυτικής Μεσσηνίας" Πρακτικά Διεθνούς Διημερίδας "Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων" ΣΗΤΕΙΑ 16-17/6/'94
- ΧΑΤΖΗΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΦΛΟΥΡΗ Φ., ΜΠΑΛΗΣ Κ. (1994), "Βιολογική δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου σε υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων". Ελλ. Εταιρεία Βιολ. Επιστ. 16ο Πανελλήνιο Συνέδριο, 5-7 Μαΐου, Βόλος.

- AMIRANTE, P. (1983) "Sistema energetico integrato per la depurazione delle acque reflue degli oleari ", II Reunion Comite Tecnico Valorizacion Subproducto Olivar FAO, Madrid.
- BORJIA R., MARTIN A., MAESTRO R., ALBA J and FIESTAS J.A. (1991b), "Cinetica del proceso de depuracion anaerobia del alpechin, previamente biotratado via aerobia. "Grass y Aceites **42**:194-201
- BALICE C. and CERA O.,(1984), "Acidic phenolic fraction of olive vegetation water determined by a gas chromatographic method." *Grasas y Aceites*, **35**:178-180.
- BALIS C. (1989). Convener & Editor of the International Symposium on Compost Recycling of Wastes. *Acta Horticulturae*. Athens, Greece 4-7 October 1989.
- BALIS C. (1992)." Composting in Greece". In : *Composting and Compost Quality Assurance Criteria*. D.V. Jackson, J. M. Merillot and P.L. Hermite (eds.), Commission of the E. C., pp. 337-384
- BALIS C. & CHATZIPAVLIDIS J.,(1994) "Enrichment of olive oil mill wastewaters though microbiological processing " VII Congresso Internazionale L'approccio integrato della moderna biologia: uomo, territorio, ambiente: Ordine Nazionale dei Biologi, European Communities Biologists Association. Vieste (FG)-22-25 Settembre 1994 .
- BROWN M. E. and CARR G. R. (1984) "Interactions between *Azotobacter chroococcum* and vesicular-arbuscular mycorrhiza and their effects on plant growth. " *J. Appl. Bacteriol.* **56** : 429-437
- CHATZIPAVLIDIS I., ANTONAKOU M., DEMOU D., FLOURI F.,& BALLIS C. (1996) "Biofertilization of Olive Oil Mills Liquid Wastes. The Pilot Plant in Messinia, Greece" *INTERNATIONAL BIODETERIORATION & BIODEGRADATION*, Special issue, Olive processes and by products recycling.
- EL-BAHREWY S. A. (1983) "Associative effect of mixed cultures of *Azotobacter* and different rhizosphere fungi with *Rhizodium japonicum* on nodulation and symbiotic nitrogen fixation of soybean." *Zentralbl. Mikrobiol.*, **138**:443-449
- FIESTAS J.A., (1977). "Depuracion aguas residuales en la industria del aceite de oliva ". *Grasas y Aceites* **28** 113-121 (1977).

- FIESTAS ROS DE URSINOS J.A. (1986) "Vegetation water used as fertilizer".
Inter. Symp. On Olive By-Products Valor. Seville - Spain 312-330.
- FIESTAS J.A., NARNO R., LEON R., GARCIA A.J., MAESTROJUAN G.M.,
(1982) "Depuración anaerobia del alpechin como fuente de energía".
Grasas y Aceites 33, 1982 ,265-70.
- FLOURI F., CHATJIPAVLIDIS J., BALIS C., SERVIS D., & TJERAKIS C. (1990).
Effect of Olive Oil Mills Wastes on Soil Fertility In : Tratamiento de
Alpechines. Cordoba, 31 Mayo - 1 Juno 1990.
- FLOURI F., SOTERCHOS D., IOANNIDOU S. & BALLIS C. (1995),
"Decolourization of olive oil mill liquid wastes by chemical and biological
means". In Proceedings of the International Symposium on Olive Processes
and By-Products Recycling, Granada 1995.
- FIORELLI F., PASETTI L., & GALLI E., (1996) "Fertility - Promoting Metabolites
Produced by *Azotobacter vinelandii* Grown on Olive - Mill Wastewaters"
INTERNATIONAL BIODETERIORATION & BIODEGRADATION, Special
issue, Olive processes and by products recycling.
- FIORELLI F., PASETTI L., & GALLI E., TOMATI U.,(1996) "Fertilizers from
Composting of Olive - Mill Wastewaters" INTERNATIONAL
BIODETERIORATION & BIODEGRADATION, Special issue, Olive
processes and by products recycling .
- GRACIA-BARIONUEVO A., MORENO E., QUEVEDO-SARMIENTO J.,
GONZALES -LOREZ J., and RAMOS-CORMENZSANA A., (1992) "Effect of
wastewaters from olive oil mills (alpechin) on *Azotobacter* nitrogen fixation in
soil". Soil Biol. Biochem., **24** :281-283.
- HAUG R. T. (1980) "Compost Engineering, Principles and practice".Technomic
Publishing Company Inc. 851 New Holland Avenue, Lancaster, Pennsylvania
17604 U.S.A
- HANG R.T. and ELLSWORTH W. F.(1991), "Measuring compost substrate
degradability " Biocycle **32**: 56-62
- HOARE E., GARZOLI K., & BLACKWELL J., (1974) "Plant water requirements
as related to trickle irrigation". 2nd Intl Drip Irrigation Congress, Cal. USA,
Proceedings :323-328.

- LEON R. y FIESTAS J.A (1981). "Evacuacion de alpechines en balsas de evaporacion ".Acta congreso sobre techologis de bajo costo para la depuracion de aquas residuales . D.G. Medio ambiente MOPU. Noviembre Madrid.
- MANIOS V. and BALIS C., (1983) "Respirometry to determine optimum conditions for the biodegradation of extracted olive press-cake." Soil Biol. Biochem **15**:75-83
- MARTINEZ - TOLEDO M.V et al., (1995), Journal of Applied Bacteriology **78**,413-418.
- MESHAM S. U. (1980) "Suppressive effect of *Azotobacter chroococcum* on *Rhizoctonia solani* in infestation of potatoes". Neth. J. Plant Pathology **90**:127-132.
- MORISOT A. & TOURNIER J.P., (1986),"Repercussionws agronomique de l'epanadage d'effluents et dechets de moulinw a huil d'olive." Agromomie,**6**:235-241.
- PASETTI L., FIORELLI F., & TOMATI U.,(1996) "Azotobacter vinelandii Biomass Production from Olive - Mill Wastewaters for Heavy Metal Recovery" INTERNATIONAL BIODETERIORATION & BIODEGRADATION, Special issue, Olive processes and by products recycling.
- ROZZI A., SANTORI M., & SRINOZA L., (1984) "Anaerobic digestion in Italy with special reference to treatment of olive oil mill wastes." Proceedings of a seminar organized by EEC in Athens, May 1983. Elsevier Applied Science publishers Ltd , England, pp. 55-65.
- SAIZ-JIMENEZ, C., and GOMEZ -ALARCON, G. (1987) "Effects of vegetation water on fungal microflora ". In: International Symposium on olive by products valorization. Sevilla, p.p. 61-76
- SEGU DIOS (1986) "Obtension de compost a partir de alpechin y otros subproductos agricolas". Actas. Simp. Int Subpr. Olivar. Sevilla.
- TSONIS S.P., and GRIGOROPOULOS S.G., (1988) "High - rate anaerobic treatment of olive oil mill wastewater." In Proceeding of the 5th International Symposium in Anaerobic Digestion Pergamon Press, Oxford,U.K.,pp. 115-124.

- VARQUEZ RONCERO A., MAESTRO DURAN R., y GRACIANI CONSTANTE E., (1974), Componentes fenolicos de la aceituna. II. Polifenoles del alpecin. *Grassas y Aceites*, **25**:341-345
- VARQUEZ RONCERO A., JANter DEL VALLE C., y JANter DEL VALLE M.L.,(1976), Componentes fenolicos de la aceituna. III. Polifenoles del aceite. *Grassa y Aceites*, **27**: 185-191
- ZERVAKIS G., YIATRAS P.& BALIS C., (1995), "Edible mushrooms from olive mill waste." In Proceedings of the international Symposium on Olive Oil Processes and By-Products Recycling, Granada 1995.
- ZUCCONI F., PERO A., FORTE M., DE BERTOLDI M., (1981) "Evaluating toxicity of immature compost". *Biocycle* **22** :54-57