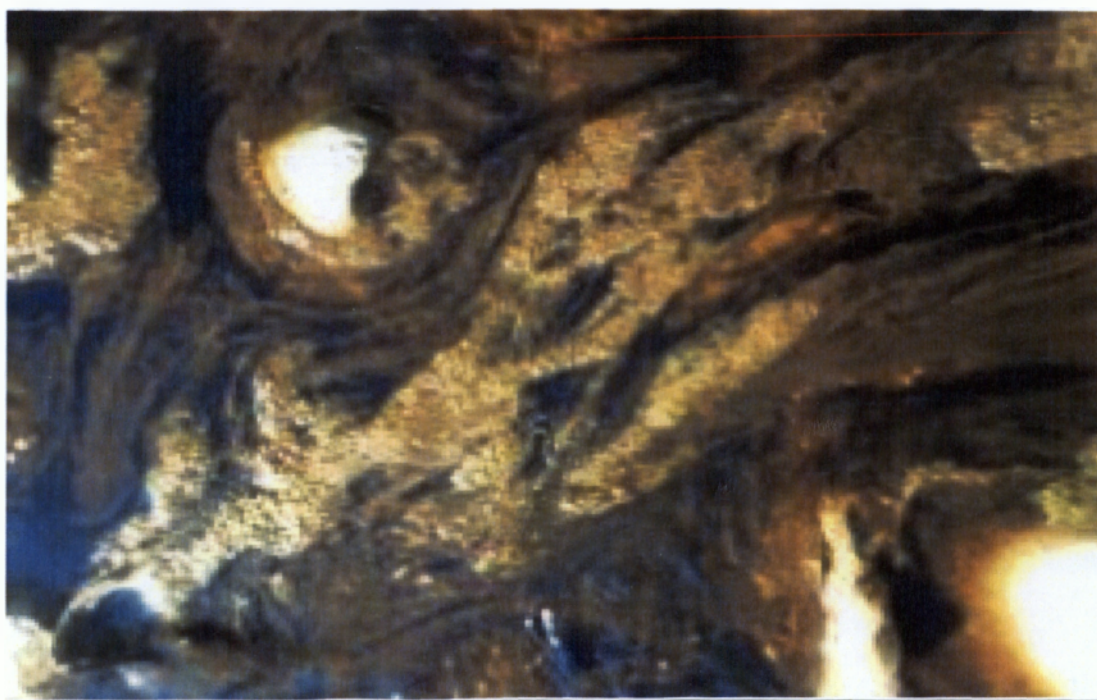


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

«ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ»

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ
(ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ) ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ
ΔΕΛΗΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2013

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

«ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ »

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ
(ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ) ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ
ΔΕΛΗΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ

Υπεύθυνος Καθηγητής: Θεόδωρος Βαρζάκας

ΚΑΛΑΜΑΤΑ
2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	σ.7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σ.8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΚΑΤΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

1.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ, ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ... σ . 9
1.2 ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ.....σ.11
1.3 Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ ΣΤΟ ΔΥΤΙΚΟ ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ.....σ.12
1.4 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑσ.13
1.5 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....σ.14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	σ.16
2.2 ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΣΗΜΕΡΑ.....σ.17	
2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ.....σ.20	
2.4 ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....σ.20	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	σ.23
3.2 ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	σ.24
3.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ..	σ.25
3.4 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	σ.26
3.4.1 Διήθηση (Filtration).....	σ.26

3.4.2 Επίπλευση (Flotation).....	σ.28
3.4.3 Καθίζηση (Sedimentation).....	σ.29
3.4.4 Αραιώση (Dilution).....	σ.30
3.4.5 Φυγοκέντρωση (Centrifugation).....	σ.30
3.5 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	σ.32
3.5.1 Εξάτμιση και απόσταξη (Evaporation and Distillation)	σ.32
3.5.2 Καύση και Πυρόλυση (Combustion and pyrolysis).....	σ.34
3.5.3 Λίμνες εξάτμισης-εξατμισοδεξαμενές (Lagooning)....	σ.34
3.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.	σ.36
3.7 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	σ.36
3.7.1 Συμπίεση (Compression).....	σ.36
3.7.2 Ξήρανση (Drying).....	σ.36
3.8 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	σ.38
3.8.1 Διάθεση στο έδαφος-Απόθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής.....	σ.38
3.8.2 Κομποστοποίηση-Αερόβια βιοεπεξεργασία (Composting)..	σ.38
3.9 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	σ.40
3.9.1 Πυρόλυση.....	σ.41
3.10 ΑΕΡΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	σ.43
3.11 ΤΥΠΟΙ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ.....	σ.44
3.12 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ.....	σ.48
3.12.1 Απόβλητα ελαιοτριβείων τριών φάσεων.....	σ.48
3.12.2 Απόβλητα ελαιοτριβείων δύο φάσεων.....	σ.51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΑΠΟ ΑΞΙΟΠΟΗΣΗ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑΣ

4.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ (ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ).....	σ.53
4.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ.....	σ.56
4.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ.....	σ.59
4.3.1 Επαναχρησιμοποίηση και εφαρμογή υποπροϊόντων.....	σ.60
4.3.2 Χρήση σαν ζωοτροφή.....	σ.60
4.3.3 χρήση σαν λίπασμα.....	σ.61
4.4 ΖΩΟΤΡΟΦΗ ΑΠΟ ΦΥΤΙΚΗ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ	σ.63
4.4.1 Διαδικασία επεξεργασίας (Ελαιόπουλπα).....	σ.63
4.4.2 Διατροφική αξία (Ελαιοπουλπας).....	σ.64
4.4.3 Αναβάθμιση της θρεπτικής αξίας της ελαιοπυρήνας με Ζύμωση Στερεάς Κατάστασης.....	σ.65
4.4.4 Διάθεση ζωοτροφής με ελαιοπυρήνα κατόπιν επεξεργασίας με Ζύμωση Στερεάς Κατάστασης σε ζώα.....	σ.68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5.1 ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σ.71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σ.73
Ελληνική βιβλιογραφία.....	σ.73
Ξένη βιβλιογραφία.....	σ.74
Web links.....	σ.76

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί τη διπλωματική μου εργασία που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των υποχρεώσεων μου για τη λήψη του πτυχίου από το Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του Τ.Ε.Ι Καλαμάτας.

Σκοπός της εργασίας είναι οι τρόποι αξιοποίησης των αποβλήτων ελαιουργίας (ελαιοπυρήνα) για την παραγωγή ζωοτροφών, και η εφαρμογή των υποπροϊόντων τους.

Στο σύντομο αυτό πρόλογο θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου κ. Βαρζάκα Θεόδωρο και τους υπεύθυνους της πρακτικής μου άσκησης κ. Ελευθεριάδη Λευτέρη και τον κ. Ισραιλίδη Κλεάνθη, για τη βοήθεια την οποία μου προσέφεραν κατά την συγγραφή της παρούσας εργασίας, χωρίς την οποία δεν θα ήταν δυνατή η αποπεράτωση της.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου, οι οποίοι με στήριξαν ηθικά και οικονομικά σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, αλλά και κατά τη διεξαγωγή της παρούσας εργασίας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις χώρες της Μεσογείου, είναι συγκεντρωμένο το 98% των ελαιοδέντρων της γής, αν και στα επόμενα χρόνια, χώρες όπως η Αυστραλία που επιχειρεί μαζική ανάπτυξη της ελαιοκομίας, αναμένεται να μειώσουν ελαφρά το ποσοστό αυτό (Οιχαλιώτης Κ. –Ζερβάκης Γ., 2003-2004)

Η Ελλάδα, όπου παράγονται γύρω στους 350.000 τόνους ελαιολάδου ετησίως από περισσότερα από 130 εκατομμύρια δέντρα, είναι Τρίτη ελαιοπαραγωγική χώρα στον κόσμο, μετά την Ισπανία και την Ιταλία. Δυστυχώς, αντίστοιχα με τις μεγάλες ποσότητες ελαιοκάρπου που οδηγείται για ελαιοποίηση, είναι και οι ποσότητες των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Υ.Α.Ε., κατσίγαρου ή λιόζουμων) που παράγονται κατά την διαδικασία της έκθλιψής του.

Στην Ελλάδα ετησίως παράγονται κατά μέσο όρο 1,5 εκατομμύρια τόνοι υγρών αποβλήτων περίπου και 400.000 τόνοι στερεών υπολειμμάτων-παραπροϊόντων. Τα υγρά απόβλητα παράγονται κυρίως από τα φυγοκεντρικά ελαιουργεία τριών φάσεων και είναι γνωστά ως λιόζουμα ή κατσίγαρος. Τα λιόζουμα προέρχονται από το υδάτινο κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου και τα νερά που προστίθενται κατά της φάσεις της πλύσης, μάλαξης και διαχωρισμού του ελαιολάδου. Τα λιόζουμα χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό φορτίο και όξινο Ph στοιχεία που τα καθιστούν επικίνδυνα για το περιβάλλον.

Για να είναι εφικτή η διάθεση των αποβλήτων σε υδάτινους ή χέρσους αποδέκτες πρέπει να αντιμετωπισθεί το γεγονός ότι έχουν πολύ υψηλό οργανικό φορτίο, που για να αποδομηθεί χρειάζεται οξυγόνο COD=60-150gr/ lt και ύτερ=20-50gr/lt

Ένα δεύτερο πρόβλημα είναι η υψηλή περιετικότητα σε φαινολικές ενώσεις που προστατεύουν τον κατσίγαρο από παθογόνους μικροοργανισμούς, αλλά είναι τοξικές και στους ωφέλιμους μικροοργανισμούς και τα φυτά.

Το τρίτο πρόβλημα δεν σχετίζεται με τη σύσταση των λιόζουμων αλλά με την ποσότητα και τον γκο παραγωγής τους. Ο όγκος τους είναι τεράστιος και παράγεται σε 3 ή 4 το πολύ μήνες και επομένως το κόστος αποθήκευσης και μεταφοράς τους είναι υψηλό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΚΑΤΑΓΩΓΗ, ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

Τα ελαιόδεντρα είναι από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα δένδρα στον κόσμο. Μέχρι σήμερα δεν έχει προσδιοριστεί με ακρίβεια το αρχικό είδος από το οποίο προήλθε το δένδρο της ελιάς, όπως είναι σήμερα γνωστό. Υποστηρίζεται ότι προέρχεται από το *Oleaster* που συναντάται και σήμερα, σε άγρια κατάσταση στη Βόρεια Αφρική, στην Πορτογαλία, στη νότια Γαλλία, στην Ιταλία και κοντά στη Μαύρη και τη Κασπία Θάλασσα ή σύμφωνα με άλλη γνώμη από το *Olea chrysophylla*, το οποίο κάλυπτε παλαιότερα μεγάλες εκτάσεις της Τροπικής Αφρικής συμπεριλαμβανόμενης της Κένυας, της Ουγκάντα και άλλων χωρών. Τα είδη αυτά της άγριας ελιάς προήλθαν, το πιο πιθανό, από την ίδια περιοχή και από κάποιο είδος που κάλυπτε μεγάλες εκτάσεις της Σαχάρας πριν από την εποχή των παγετώνων και το οποίο έχει πια εξαφανιστεί.

Χωρίς αμφιβολία, η ιστορία της ελιάς αρχίζει πριν να ανακαλυφθεί η γραφή (Hurley, 1919). Το ερώτημα όμως, είναι πού, πότε και από ποιόν καλλιεργήθηκε αρχικά η ελιά.

Ο A. De Candolle στη μελέτη του <<Origine des plantes cultivees>>, καθώς και άλλοι ιστορικοί συγγραφείς, θεωρούσαν σαν πιο πιθανό τρόπο προέλευσης της ελιάς τις περιοχές της Συρίας και της Μικράς Ασίας, των οποίων οι βουνοπλαγιές είναι κατάφυτες από αγριελιές. Το στοιχείο όμως αυτό δε θεωρείται καθοριστικό, γιατί αγριελιές συναντώνται σήμερα διάσπαρτες σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου, στα βόρεια παράλια της Αφρικής, στην Ισπανία, στην Ελλάδα και κυριώς στην Τουρκία.

Άλλοι πιστεύουν ότι η ελιά προέρχεται από την Αφρική (Αβησσυνία – Αίγυπτος). Στην περιοχή αυτή καλλιεργήθηκε η ελιά συστηματικά από τους Σημιτικούς λαούς και από εκεί διαδόθηκε στην Κύπρο και στα βόρεια παράλια της Αφρικής από τους Φοίνικες που παρουσίασαν σημαντική ακμή στη Νότια Ιταλία, στη Συρία και Αραβία (προς τη μεριά της θάλασσας), στην Αίγυπτο και αλλού.

Πηγές από την Αιγυπτιακή βιβλιογραφία μαρτυρούν ότι στην Αίγυπτο καλλιεργούνταν η ελιά, πριν από πολλά χρόνια. Γύρω όμως στο 2.000 π.Χ. οι ελαιώνες εξαφανίστηκαν, είτε γιατί καταστράφηκαν από άγνωστη αιτία ή το ενδιαφέρον του τότε πληθυσμού στράφηκε σε άλλη πηγή παραγωγής. Στη συνέχεια πιστεύεται ότι σημειώθηκε μετακίνηση των ανθρώπων προς τα νότια παράλια της Κρήτης όπου και μεταφέρθηκε, το πιθανότερο, η ελιά.

Ορισμένοι υποστηρίζουν ότι η ελιά από τη Β. Συρία διαδόθηκε στα Ελληνικά νησιά και στην ηπειρωτική Ελλάδα από τους Φωκαείς και το 600 π.Χ. στην Ιταλία, στη Σικελία, στη Σαρδηνία και μετά στις υπόλοιπες χώρες. Η ελιά έφθασε στην Ισπανία δια μέσου δύο δρόμων, του Ελληνορωμαϊκού και του Σημιτικού (Αραβες). Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι ορισμένες Ισπανικές ποικιλίες ελιάς έχουν ονομασίες Λατινικές ενώ άλλες Αραβικές. Άλλο ενδεικτικό στοιχείο είναι ότι ο καρπός του ελαιόδέντρου λέγεται <<aceituna>> και το λάδι <<aceite>> που είναι Αραβικές λέξεις, ενώ το δένδρο ονομάζεται <<olive>> (λέξη λατινική).

Στους Εβραίους η ελιά ήταν γνωστή πολύ πριν από την εποχή του Κέκροπα (1.500 π.Χ.) αφού ανάμεσα στα αγαθά της γής του Χαναάν που τους είχαν υποσχεθεί, ήταν και οι καρποί του δέντρου της ελιάς. Στα Εβραϊκά το δένδρο της ελιάς συμβόλιζε την ειρήνη και την ευτυχία.

Αιγύπτιοι και Εβραίοι, Φοίνικες και Έλληνες φύτευαν τις ελιές με αυστηρές και προκαθορισμένες αρχές και φρόντιζαν, για την παραπέρα εξάπλωσή τους. Οι Ρωμαίοι μάλιστα θεωρούσαν βάρβαρους όλους εκείνους οι οποίοι χρησιμοποιούσαν ζωικά λίπη, αντί για ελαιόλαδο, για την διατροφή τους.

Το λάδι της ελιάς εκτός του ότι ήταν πάντα μια από τις βασικές τροφές όλων των Μεσογειακών λαών, υπήρξε και εμπορεύσιμο προϊόν, ακόμη από τα παλιά χρόνια. Η πρώτη πληροφορία σχετικά με το εμπόριο του ελαιολάδου αναφέρεται το 2.500 π.Χ., στον εμπορικό κώδικα της εποχής εκείνης.

Ανεξάρτητα από την προέλευση και τον τρόπο διάδοσης της ελιάς, είναι γεγονός ότι η καλλιέργεια της εξαπλώθηκε σε μεγάλη έκταση στην Ευρωπαϊκή ήπειρο και αυτός ίσως να είναι ο λόγος της γνωστής ονομασίας, ελιά η Ευρωπαϊκή. Ειδικότερα για τη λεκάνη της μεσογείου, η ελιά αποτελεί τη βασικότερη καλλιέργεια από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Σύμφωνα μάλιστα με τα στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου, το 98% των ελαιόδεντρων φύονται σήμερα στη λεκάνη της Μεσογείου.

1.1.ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ

Η μυθολογία αναφέρει ότι η Αθηνά καθιερώθηκε ως θεά της Αττικής, επειδή πρόσφερε την ελιά ως πηγή πλούτου σε αντιθεση με τον Ποσειδώνα, που κτυπώντας το βράχο με την τρίαινα έβγαλε το θαλασσινό νερό. Έτσι, γεννήθηκε ο μύθος της ελιάς και του λαδιού σαν θεϊκά χαρίσματα της αρχαιότητας.

Η μυθολογία αναφέρει επίσης ότι η εισαγωγή της ελιάς στην αρχαία Ελλάδα έγινε, από την Αίγυπτο, με πρωτοβουλία του Κέκροπα. Κατά τον Πausανία, η δεύτερη ήμερη ελιά φυτεύτηκε στην Ακαδημία του Πλάτωνα και πολλαπλασιάστηκε σε πυκνές δενδροστοιχίες. Η ελιά του Πλάτωνα στην Ιερά οδό των Αθηνών, σώζεται μέχρι σήμερα.

Οι Αρχαίοι Έλληνες απέδιδαν ιδιαίτερη σημασία στην καλλιέργεια της ελιάς. Αξίζει να σημειωθεί ότι με ειδικούς νόμους του Σόλωνα, παροτρύνονταν όσοι σπούδαζαν Γεωπονία, την εποχή εκείνη, να δίνουν ιδιαίτερη σημασία στην ελαιοκαλλιέργεια, γιατί ήταν :

<<Μέγιστον αγαθόν προς πάσαν του βίου θεραπείαν

ο της ελαιάς καρπός>>.

Για την καλλιέργεια της ελιάς στην αρχαία Ελλάδα έχουν ασχοληθεί πολλοί συγγραφείς. Ο Πλίνιος <<ομιλεί>> για το θεό της γεωργίας και κτηνοτροφίας Αρισταίο, στον οποίο και αποδίδει την επινόηση της ελαιοκαλλιέργειας του ελαιοτριβείου και του ελαιοπιεστηρίου. Ο Ηρόδοτος αναφέρει ότι η Εύβοια ήταν γεμάτη από ελιές μια εποχή μάλιστα που η καλλιέργεια της ήταν άγνωστη στη Βαβυλωνία και την Περσία.

Την ίδια εποχή, όπως φαίνεται σε αρχαία γραπτά, στη Δήλο, στη Σάμο και στη Λέσβο καλλιεργούνταν ελιές. Η καλλιέργεια της ελιάς στα νησιά του Ιονίου χρονολογείται από την εποχή του Ομήρου.

Η ελιά, καλλιεργούνταν σε μεγάλη έκταση κατά τη διάρκεια της χρυσής εποχής του Περικλή. Κατά τον Ηρόδοτο, η Αθήνα ήταν το κέντρο της ελαιοκαλλιέργειας.

Ο Viola αναφέρει ότι το ελαιόδεντρο είχε σπουδαία σημασία για την ελληνική μυθολογία και περιγράφει μια ενδιαφέρουσα ιστορία για το πώς η Αθηνά έκανε γνωστές τις αρετές της ελιάς.

Η ελιά για τους αρχαίους Έλληνες είχε ιδιαίτερη σημασία. Συνδέονταν με τη διατροφή τους, τη θρησκεία, τη διακόσμηση αγγείων, τοίχων. Αποτελούσε για αυτούς σύμβολο ειρήνης, σοφίας και νίκης. Για αυτό άλλωστε οι νικητές των Ολυμπιακών αγώνων στεφανώνονταν με κλαδί αγριελιάς.

Οι θεραπευτικές ιδιότητες του ελαιολάδου ήταν γνωστές στον Ιπποκράτη και στην Ιατρική επιστήμη της αρχαιότητας. Η κατανάλωση μιάς κουταλιάς ελαιολάδου κάθε πρωί αποτελούσε, παλαιότερα, μια συνηθισμένη πρακτικής υγιεινής. Αυτό συνιστάται ακόμη και σήμερα, παρά την εξέλιξη της φαρμακολογίας, γιατί έχει ευεργετική επίδραση στο πεπτικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού.

1.2. Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ ΣΤΟ ΔΥΤΙΚΟ ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ

Είναι γεγονός ότι η ελιά δεν υπήρχε αυτοφυής στο Νέο Κόσμο σε περιοχές με κλίμα παρόμοιο με το Μεσογειακό. Οι Ρωμαίοι, Ισπανοί και Πορτογάλοι ερευνητές και κυρίως οι Φρεντζασκινοί Ιεραπόστολοι, μετέφεραν την ελιά στο San Diego της Ν. Καλιφόρνιας και τις άλλες υποτροπικές περιοχές του δυτικού ημισφαιρίου και έτσι άρχισε η πρώτη εγκατάσταση ελαιώνων στη νέα αυτή χώρα.

Από το 1850 έως το 1900 είχαν εισαχθεί διάφορες ποικιλίες ελιάς, από τις Μεσογειακές χώρες στη περιοχή της Καλιφόρνιας. Οι ποικιλίες αυτές ήταν κυρίως ελαιοποιήσιμες. Γύρω στο 1875 διαφαίνονταν ότι η ελαιοκομία θα αποτελούσε μια σπουδαία γεωργική καλλιέργεια για την οικονομία της Καλιφόρνιας. Τότε υπήρχαν περίπου 11.500 ελαιόδεντρα, ενώ το 1910 ο αριθμός τους πλησίαζε το ένα εκατομμύριο. Αργότερα, επειδή οι βρώσιμες ποικιλίες ελιάς άφηναν περισσότερο κέρδος, δόθηκε μεγαλύτερη βαρύτητα στην εξάπλωση των ποικιλιών αυτών. Έτσι, πολλά ελαιόδεντρα ελαιοποιήσιμων ποικιλιών, εμβολιάστηκαν με βρώσιμες ποικιλίες (Hartmann and Opitz., 1997).

Στη μακρινή Αυστραλία, η ελιά μεταφέρθηκε από Ιταλούς μετανάστες. Τα πρώτα δένδρα ελιάς φυτεύτηκαν στη περιοχή του Σύδνεϋ το 1805. Το 1844 με πρωτοβουλία κάποιου ερασιτέχνη γεωπόνου, του Samuel Davenport, μεταφυτεύτηκαν ελιές στη Ν. Αυστραλία από τη Σικελία. Παρά τις μεγάλες όμως προσπάθειες, οι οποίες έγιναν στην ήπειρο αυτή από μερικούς ενθουσιώδεις υποστηρικτές της ελιάς, η καλλιέργειά της δεν επεκτάθηκε ικανοποιητικά (Hatmann, 1962). Η εμπόδιση της εξάπλωσης της ελαιοκαλλιέργειας, στην περιοχή αυτή, ίσως να οφείλεται στην επιρροή που ασκούσαν τότε οι Άγγλοι εκεί, οι οποίοι δεν έδειχναν προτίμηση στην κατανάλωση των ελιών.

Τόσο περιορισμένη ήταν η ελαιοκαλλιέργεια στην Αυστραλία ώστε λίγο πριν από το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, τα 9/10 της ποσότητας εισάγονταν από την Ευρώπη (Hatmann, 1962).

Γύρω στο 1946 φυτεύτηκαν καινούργια ελαιόδεντρα στην Αυστραλία. Αλλά, παρ'όλα αυτά, η παραγωγή ελαιολάδου δεν είναι αρετή ακόμα και σήμερα να καλύψει τις ανάγκες της ηπείρου αυτής.

1.3. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΗΜΕΡΑ

Σήμερα είναι η πρώτη σε σπουδαιότητα δενδρώδης καλλιέργεια στη χώρα μας, αφού καταλαμβάνει σε έκταση το 15% περίπου της καλλιεργούμενης γής και το 75% των εκτάσεων που είναι φυτεμένες με δένδρα. Η Ελλάδα είναι η Τρίτη χώρα στον κόσμο (μετά την Ισπανία και την Ιταλία) στην παραγωγή ελαιολάδου.

Καλλιεργείται στους 50 από τους 54 νομούς της χώρας, (Παναγιώτου Σ., 1995), μεγάλη συγκέντρωση ελαιόδεντρων για την παραγωγή λαδιού παρατηρείται στις θερμότερες και ξηρότερες περιοχές της χώρας, όπως στην Κρήτη, στα νησιά του Αιγαίου (Μυτιλήνη), στην Πελοπόννησο και στα νησιά του Ιονίου (Πίνακας 1.1)

Πίνακας 1.1

ΓΕΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΩΝ
Πελοπόννησος	44.227.507
Κρήτη	30.523.061
Λοιπή στερεά Ελλάδα και Εύβοια	24.583.507
Νησιά Αιγαίου	16.853.589
Νησιά Ιονίου	7.388.296
Θεσσαλία	6.992.708
Μακεδονία	6.392.304

1.4. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

Στην ελαιοκομική περίοδο 1998-1999 η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου ανήλθε στους 2.373.600 τόνους, ενώ η παγκόσμια κατανάλωση στους 2.385.200 τόνους. Η παραγωγή βρώσιμων ελιών στην ίδια χρονιά κυμάνθηκε στους 1.182.500 τόνους, αυξημένης κατά 90.000 από την προηγούμενη χρονιά, αντίστοιχα αυξήθηκε κατά 40.000 και ανήλθε στους 1.146.000 τόνους (Ελιά και Ελαιόλαδο, 1999-2000).

Στο πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1.2) φαίνεται η καλλιεργούμενη έκταση και ο αριθμός ελαιοδέντρων στις πρώτες επτά χώρες παραγωγής ελαιολάδου. Σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (Δ.Σ.Ε.) η ετήσια παραγωγή ελαιολάδου ανά τον κόσμο, αλλά και η ετήσια ελαιολάδου σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης χαρακτηρίζεται από μια αυξητική τάση.

Πίνακας 1.2: Καλλιεργούμενη έκταση και αριθμός ελαιοδέντρων στις επτά βασικότερες χώρες παραγωγής ελαιολάδου (Ποντικής, 2000).

A/A	ΧΩΡΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΙΟΔΕΝΔΡΩΝ
1	Ισπανία	23.400.00	200.000.000
2	Ιταλία	22.500.000	185.000.000
3	Ελλάδα	5.220.000	97.000.000
4	Τουρκία	7.320.000	72.000.000
5	Πορτογαλία	11.100.000	50.000.000
6	Τυνησία	12.400.00	52.000.000
7	Γαλλία	700.000	5.650.000

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το πρώτο στάδιο μετά την συλλογή των ελιών είναι το πλύσιμο. Μετά το πλύσιμο ακολουθεί η σύνθλιψη. Οι ελιές συνθλίβονται, συνήθως μαζί με τον πυρήνα. Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει και με την χρήση τροχού λείανσης – κάτι που παλαιότερα γινόταν με την βοήθεια ζώων και σήμερα γίνεται μηχανικά. Σε σύγχρονες εγκαταστάσεις, η διαδικασία αυτή γίνεται με σφυρόμυλους, που καθοδηγούνται από έναν ισχυρό κινητήρα. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο που επιλέγεται, μετά από αυτό το στάδιο παραλαμβάνεται μια πάστα, η οποία στη συνέχεια ζυμώνεται (μάλαξη). Αυτό το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας γίνεται «εν ψυχρώ», δηλαδή σε θερμοκρασίες που δεν υπερβαίνουν τους 28 °C, ή με ελαφρά θέρμανση, αλλά και πάλι η θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 30 °C. Στη συνέχεια, ακολουθεί το καθ'αυτό στάδιο της παραλαβής, η οποία συνίσταται σε διαχωρισμό του λαδιού από το νερό και τα στερεά κατάλοιπα

Η διαδικασία αυτή γίνεται με τη βοήθεια ενός μηχανήματος που ονομάζεται «σφύρομυλος». Το σφύρομυλο αποτελείται από δύο τροχούς που περιστρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Η πάστα που προκύπτει από τη σύνθλιψη των ελιών περνάει ανάμεσα στους δύο τροχούς και θραύεται σε μικρά κομμάτια. Τα κομμάτια αυτά περνούν στη συνέχεια σε ένα φίλτρο που συγκρατεί τα στερεά κατάλοιπα και αφήνει το λάδι να περάσει. Το λάδι που προκύπτει από αυτή τη διαδικασία ονομάζεται «επιπλέον λάδι» και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιολάδου. Το λάδι που απομένει μετά από τη διαδικασία αυτή ονομάζεται «επιπλέον λάδι» και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιολάδου. Το λάδι που απομένει μετά από τη διαδικασία αυτή ονομάζεται «επιπλέον λάδι» και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιολάδου.

2.2 Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΣΗΜΕΡΑ ΤΑ ΕΞΗΣ ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ:

1. Παραλαβή του καρπού

Μετά τη συγκομιδή οι ελιές παραδίδονται στις μεταποιητικές μονάδες για επεξεργασία το ταχύτερο δυνατόν. Η μεταφορά τους γίνεται σε πλαστικά τελάρα (κλούβες) με οπές αερισμού ή πλαστικούς σάκους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μεταφορά με πλαστικά τελάρα (κλούβες) είναι η καλύτερη, γιατί ο καρπός μπορεί και «αναπνέει και δεν ανάβει». Στην μεταποιητική μονάδα, δηλαδή στο ελαιουργείο, πρέπει να κατεργάζεται αμέσως. Σε περίπτωση που χρειάζεται να αποθηκευτεί ο καρπός θα πρέπει να είναι για πολύ μικρό χρονικό διάστημα σε χώρο ξηρό και με καλό αερισμό.

2. Πλύσιμο

Οι ελιές τοποθετούνται αρχικά σε χοάνη παραλαβής ελαιοκάρπου και στη συνέχεια με μεταφορική ταινία οδηγούνται στο αποφυλλωτήριο, όπου απομακρύνονται τα φύλλα και άλλα ξένα υλικά. Ακολουθεί πλύσιμο για την απομάκρυνση ξένων υλών (σκόνη, χώμα, κ.λ.π.). Το νερό μπορεί να ανακυκλωθεί μετά από κατακρήμνιση ή διήθηση των στερεών συστατικών του. Απαιτούνται περίπου 100-120 lt νερού για την πλύση 1000 kg ελαιοκάρπου. Μετά το πλύσιμο ακολουθεί η άλεση του καρπού σε ελαιόμυλο ή σπαστήρα.

3. Σπάσιμο-άλεση ελαιόκαρπου

Στα παραδοσιακά ελαιοτριβεία η άλεση του καρπού γίνεται με κυλινδρικές μυλόπετρες. Στις σύγχρονες μονάδες χρησιμοποιούνται μεταλλικοί μύλοι, σφυρόμυλοι και σπαστήρες με οδοντωτούς δίσκους. Εάν οι ελιές που υποβάλλονται σε επεξεργασία είναι παγωμένες ή πολύ ξηρές, προστίθεται μια μικρή ποσότητα νερού (100-150 l ανά 1000 kg καρπού)

4. Μάλαξη

Μετά την άλεση, η ελαιοζύμη αναμιγνύεται στο μαλακτήρα μετά την προσθήκη ζεστού νερού. Η μάλαξη αποτελεί βασικό στάδιο της επεξεργασίας και συντελεί στην συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων με μεγαλύτερες σταγόνες

λαδιού. Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας η ελαιοζύμη θερμαίνεται στους 28-30°C. Στο μαλακώμα προστίθεται νερό μέχρι και 100 % της ποσότητας της ελαιοζύμης, πριν την εξαγωγή του ελαιόλαδου σε διφασικό ή τριφασικό φυγοκεντρικό σύστημα.

5. Παραλαβή του ελαιόλαδου

Η παραδοσιακή μέθοδος της πίεσης και η διαδικασία των τριών φάσεων παράγουν το παρθένο ελαιόλαδο και δύο τύπους αποβλήτων: τα υγρά απόβλητα (κατσιγάρος) και τα στερεά απόβλητα (ελαιοπυρήνας).

Α – ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η παραδοσιακή μέθοδος είναι μια ασυνεχής διαδικασία που διαφοροποιείται σε δύο φάσεις με την πίεση των αλεσμένων καρπών. Η υγρή φάση (μίγμα νερού/λαδιού) διαχωρίζεται αργότερα προκειμένου να ληφθεί το ελαιόλαδο. Υπολογίζεται ότι από 1.000 kg καρπού παράγονται περίπου 350 kg ελαιοπυρήνα (περιεκτικότητα σε υγρασία 25 %) και περίπου 450 kg υγρά απόβλητα (απόνερα). Εντούτοις, αν και είναι πιο οικολογική, η τεχνική αυτή είναι ασυνεχής, γεγονός που αποτελεί μειονέκτημα για τη σύγχρονη βιομηχανία.

Χρήση

Υδραυλικής

Πρέσσας

Κατά την μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ένα υδραυλικό σύστημα, το οποίο λειτουργεί με ασυνεχή διαδικασία. Η ζύμη της ελιάς που έχει προκύψει από την μάλαξη, τοποθετείται σε στρώμα πάχους περίπου 2 cm σε δίσκους με συνθετικές ίνες που στοιβάζονται γύρω από έναν κεντρικό άξονα και οι οποίοι είναι τοποθετημένα σε ένα μικρό τρόλεϊ. Όλη αυτή η κατασκευή, τοποθετείται στο έμβολο της πρέσσας, που εξασκεί πίεση στον πολτό της ελιάς, της τάξης των 100 kg/cm². Η υγρή φάση ρέει σε μια δεξαμενή. Τα υπολείμματα (ή στερεά απόβλητα) παραμένουν στους δίσκους.

B- ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Κατά την μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται Φυγοκεντρικό σύστημα που λειτουργεί με συνεχή διαδικασία. Η ζύμη τοποθετείται σε μια δεξαμενή, μέσα στην οποία περιστρέφεται ελικοειδής άξονας ή ένας ατέρμονας κοχλίας. Η ζύμη, στη συνέχεια προωθείται με μια αντλία σε μια φυγόκεντρο μηχανή.

B1 - ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ (ΦΥΤΟΚΕΝΤΡΙΚΗ) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Είναι μια συνεχής διαδικασία που έχει αντικαταστήσει την παραδοσιακή μέθοδο. Χρονολογείται από τη δεκαετία του 1970-1980. Οι αλεσμένες ελιές τοποθετούνται σε ένα τριφασικό φυγοκεντρικό διαχωριστήρα (decanter) όπου τα διαφορετικά μέρη (ελαιόλαδο, απόνερα, ελαιοπυρήνας) διαχωρίζονται με την επίδραση της φυγοκέντρου δυνάμεως.

Το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι οι μεγάλες ποσότητες ύδατος που απαιτούνται και συνεπώς η παραγωγή σημαντικού όγκου υγρών αποβλήτων που προκαλούν ρύπανση. Υπολογίζεται ότι από 1.000 kg καρπό, παράγονται 500 kg ελαιοπυρήνα (περιεκτικότητα σε υγρασία 50 %) και 1.200 kg υγρά απόβλητα

B2 - ΔΙΦΑΣΙΚΗ (ΦΥΤΟΚΕΝΤΡΙΚΗ) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Πριν μερικά χρόνια εμφανίστηκε στην αγορά το διφασικό σύστημα (αποκαλούμενο και «οικολογικό σύστημα»). Σε αυτή τη διαδικασία, τα τελικά προϊόντα είναι το ελαιόλαδο και ο ελαιοπυρήνας στον οποίο ενσωματώνονται τα απόνερα. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του συστήματος είναι η μειωμένη κατανάλωση νερού και η έλλειψη υγρών αποβλήτων. Υπολογίζεται ότι κατά την επεξεργασία 1.000 kg καρπού παράγονται 800 kg περίπου υγρής ελαιοπυρήνας. Σοβαρό, όμως, μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η ελαιοπυρήνα που προκύπτει έχει αυξημένη υγρασία και είναι δύσκολη στο χειρισμό, στη μεταφορά και την επεξεργασία. Επιπλέον, ξηραίνεται με αργό ρυθμό και έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο

6. Καθαρισμός του ελαιόλαδου

Τα στερεά σωματίδια (τεμαχίδια σάρκας, φλοιού, θρύμματα πυρηνόξυλου, κλπ) που βρίσκονται διαλυμένα στην υγρή φάση απομακρύνονται με τη χρήση παλινδρομικά κινούμενων κοσκίνων (κόσκινα απολάσπωσης). Σημειώνεται ότι το βάρος των στερεών σωματιδίων υπολογίζεται σε ποσοστό 0.5-1 % επί του συνολικού βάρους της υγρής φάσης

7. Τελικός διαχωρισμός

Ο τελικός διαχωρισμός του ελαιόλαδου από τα φυτικά υγρά γίνεται με τη χρήση φυγοκεντρικών ελαιοδιαχωριστήρων

Οι μέθοδοι εξαγωγής του ελαιόλαδου διαφέρουν ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή. Στην Ισπανία και ειδικότερα στις νότιες περιοχές όπου η παραγωγή προέρχεται αποκλειστικά από μεσαίου και μεγάλου μεγέθους συνεταιρισμούς, η διφασική μέθοδος εξαγωγής ελαιόλαδου χρησιμοποιείται σε ποσοστό 95%. Στην Ιταλία χρησιμοποιείται ευρύτατα το τριφασικό σύστημα. Η πλειονότητα των ελαιοουργείων που λειτουργούν στην Ελλάδα είναι φυγοκεντρικά τριών φάσεων.

Διατηρούνται επίσης μερικά πιεστικά παλαιού τύπου. Τα ελαιοουργεία δύο

φάσεων δεν έχουν διαδοθεί πολύ στη χώρα μας κυρίως λόγω του ημιστερεού αποβλήτου που παράγουν, το οποίο δεν είναι επεξεργάσιμο στα πυρηνελαιουργεία. Εν τούτοις, την τελευταία πενταετία γίνεται μία προσπάθεια εξάπλωσης αυτών, κυρίως σε περιοχές της νότιας Πελοποννήσου. Η κύρια περιβαλλοντική παράμετρος που συνδέεται με τη λειτουργία των ελαιουργείων στην Ελλάδα, είναι τα παραγόμενα υγρά απόβλητα (κατσίγαρος).

Ο κατσίγαρος παράγεται από ελαιουργεία που χρησιμοποιούν φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες τριών φάσεων, τα οποία είναι και τα πολυπληθέστερα στον ελλαδικό χώρο. Το στερεό υπόλειμμα (πυρηνόξυλο) της συγκεκριμένης παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να εκληφθεί ως χρήσιμο παραπροϊόν αφού αποτελεί την πρώτη ύλη των πυρηνελαιουργείων.

2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ

Ο ελαιοπυρήνας σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας δύο φάσεων και περιέχει ένα μείγμα από πολτό ελιάς, πυρήνες ελιάς (περίπου 30%) και νερό ελιάς-βλάστησης (περίπου 70%). Πολύ συχνά, ο ελαιοπυρήνας αποστέλλεται στα εργοστάσια παραγωγής λαδιού για περαιτέρω χημική και θερμική επεξεργασία με στόχο τη δευτερεύουσα εξαγωγή ραφιναρισμένων προϊόντων ελαιόλαδου. Η μεταφορά του ελαιοπυρήνα σε μονάδες δευτερεύουσας μεταποίησης παρουσιάζει περιβαλλοντικούς κινδύνους δεδομένου ότι ο μη επεξεργασμένος ελαιοπυρήνας έχει υψηλό δυναμικό ρύπανσης, συγκρίσιμο με τα λύματα, λόγω της σημαντικής περιεκτικότητας σε λίπος, σάκχαρα, οργανικά οξέα, πολυαλκοόλες, πηκτίνες, πολυφαινόλες και ανόργανες ουσίες.

Πολλές από αυτές τις επικίνδυνες ενώσεις παραμένουν στα απόβλητα υλικά που παράγονται από τις δευτερεύουσες φάσεις ραφινάρισματος. Επομένως, αυτά τα απόβλητα θα πρέπει να υφίστανται την κατάλληλη επεξεργασία για την ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου.

2.4 ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι βασικές προκλήσεις που συνδέονται με την επεξεργασία των αποβλήτων από τις τεχνικές παραγωγής δύο φάσεων, τριών φάσεων καθώς και τις παραδοσιακές, επικεντρώνονται στον προσδιορισμό κατάλληλων χημικών και βιολογικών παραγόντων ικανών να μετατρέπουν τα λύματα και τον ελαιοπυρήνα σε ενώσεις ή συστατικά με καλύτερο δυναμικό βιοαποικοδόμησης.

Η διαθεσιμότητα ειδικών μονάδων επεξεργασίας και τεχνολογιών ακριβείας

μπορεί να συμβάλλει σημαντικά σε αυτή την κατεύθυνση. Ωστόσο, οι παράγοντες κόστους είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία αυτών των τύπων επεξεργασίας και ο εποχιακός χαρακτήρας της ελαιοπαραγωγής, σε συνδυασμό με το μικρό μέγεθος ορισμένων μονάδων εξαγωγής, θέτουν ειδικά προβλήματα που χρήζουν αντιμετώπισης. Μπορούν να επιτευχθούν και άλλα χρήσιμα αποτελέσματα από την επεξεργασία με τη διερεύνηση των εναλλακτικών χρήσεων των αποβλήτων ελαιοτριβείων. Αυτές περιλαμβάνουν την κομποστοποίηση, τις ζωτροφές και την εκμετάλλευση του οργανικού περιεχομένου ως πηγής ενέργειας για μονάδες βιοαερίου.

Μπορούν επίσης να προκύψουν οφέλη από τον καθορισμό των παραμέτρων ρύπανσης και των προτύπων ασφαλείας που συνεπάγεται ο διασκορπισμός αποβλήτων σε καλλιεργημένες γαίες για σκοπούς άρδευσης και επικάλυψης του εδάφους. Απαιτείται μεγάλη προσοχή κατά τη διαδικασία αυτή για την προστασία της ποιότητας των τοπικών εδαφών και των υδάτινων πόρων, καθώς και της βιοποικιλότητας και των βιοτόπων που φιλοξενούν.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Το κύριο προϊόν της ελαιουργίας είναι το ελαιόλαδο διαφόρων κατηγοριών, ανάλογα με την περίπτωση. Τα δευτερεύοντα προϊόντα είναι αυτά που απομένουν από την πρώτη ύλη μετά το διαχωρισμό του λαδιού, τα οποία είναι, τα φυτικά υγρά και ο ελαιοπυρήνας. Τα δευτερεύοντα αυτά προϊόντα, όταν είναι τελείως άχρηστα καλούνται <<απόβλητα>> και όταν περιέχουν χρήσιμα συστατικά και αποτελούν αντικείμενο περαιτέρω επεξεργασίας, καλούνται <<υποπροϊόντα>>.

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων, γνωστά ως λιοζούμια ή κατσίγαρος, προϊόν χωρίς εμπορική αξία, παράγονται κυρίως από ελαιοτριβεία τριών φάσεων και μπορούν να χαρακτηριστούν ως ένα σκουρόχρωμο, θολό με έντονη οσμή υγρό,

(Martinez et al., 1986) στην οποία συμβάλουν σημαντικά τα πτητικά οξέα που περιέχουν, το όξινο pH, η τιμή του οποίου κυμαίνεται από 4 έως 6 και περιέχει στην σύνθεσή του περίπου 100% οργανικό φορτίο, όπου τα σημαντικότερα συστατικά είναι οι πολυφαινόλες (Ragazzi et al 1967), η υψηλή ρυθμιστική ικανότητα και επιφανειακή τάση, περιέχουν μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων σωματιδίων και είναι πλούσια σε οργανικές ουσίες.

Αντίθετα, ο ελαιοπυρήνας, έχει εμπορική αξία την ώρα του διαχωρισμού του λαδιού, γιατί περιέχει αυξημένα ποσοστά ελαιολάδου και αποτελεί την πρώτη ύλη για τα πυρηνελαιουργία. Ο ελαιοπυρήνας βρίσκει διάφορες εφαρμογές και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως <<αμετάβλητο>> της ελαιοουργίας.

3.2 ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα στερεά απόβλητα αποτελούνται από τον ελαιοπυρήνα η πυρηνόξυλο. Ο ελαιοπυρήνας είναι το στερεό απόβλητο των ελαιοουργιών που απομένει μετά την παραλαβή του λαδιού και τα φύλλα των ελαιοδένδρων που συγκομίσθηκαν μαζί με τον ελαιόκαρπο.

Αποτελείται: **1)** από τα στερεά συστατικά του ελαιοκάρπου (εξωκάρπιο, σαρκώδες μεσοκάρπιο, αποξυλωμένο ενδοκάρπιο) και **2)** τα ελαιόφυλλα που έχουν μεταφερθεί μαζί με τον καρπό. Παλαιότερα, ο ελαιοπυρήνας που παραγόταν από τα ελαιοουργεία, ήταν πλούσιος σε υπολείμματα λαδιού και τη χρησιμοποιούσαν σαν καύσιμη ύλη και ως πρόσθετο σε ζωοτροφές. Στα σύγχρονα ελαιοουργεία (φυγοκεντρικά) λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής λαδιού, ο ελαιοπυρήνας είναι φτωχότερος σε λάδι και η κτηνοτροφική του αξία μειωμένη. Ο ελαιοπυρήνας μεταφέρεται σε ειδικές εγκαταστάσεις, (πυρηνελουουργεία) όπου υπόκειται σε ξήρανση και σε εκχύλιση με διάλυμα εξανίου για την παραγωγή του πυρηνέλαιου (Σπαρτάλη, Ν., 2005).

Το πυρηνόξυλο που απομένει χρησιμοποιείται σαν καύσιμο υλικό όπου καλύπτει πλήρως ή μερικώς τις ενεργειακές ανάγκες ελαιοουργιών, πυρηνελουουργιών, θερμοκηπίων για θέρμανση, αγροτικών σπιτιών για παραγωγή ζεστού νερού καθώς επίσης προσφέρεται για κομποστοποίηση και για Παρασκευή υψηλής ποιότητας φυτοχώματος (Σπαρτάλη, Ν., 2005).

3.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων, χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό και ανόργανο φορτίο, όπως αυτό προκύπτει από τις μεγάλες τιμές των παραμέτρων COD και BOD₅. Επιπλέον, οι παρουσίες οργανικών συστατικών όπως οι φαινόλες, η χαμηλή συγκέντρωση αζώτου και η υψηλές συγκεντρώσεις αργά βιοδιασπώμενων ενώσεων όπως οι τανίνες και τα λιπίδια, καθιστούν την επεξεργασία των ΟΜWW πολύ δύσκολη (Εικόνα 3.1).

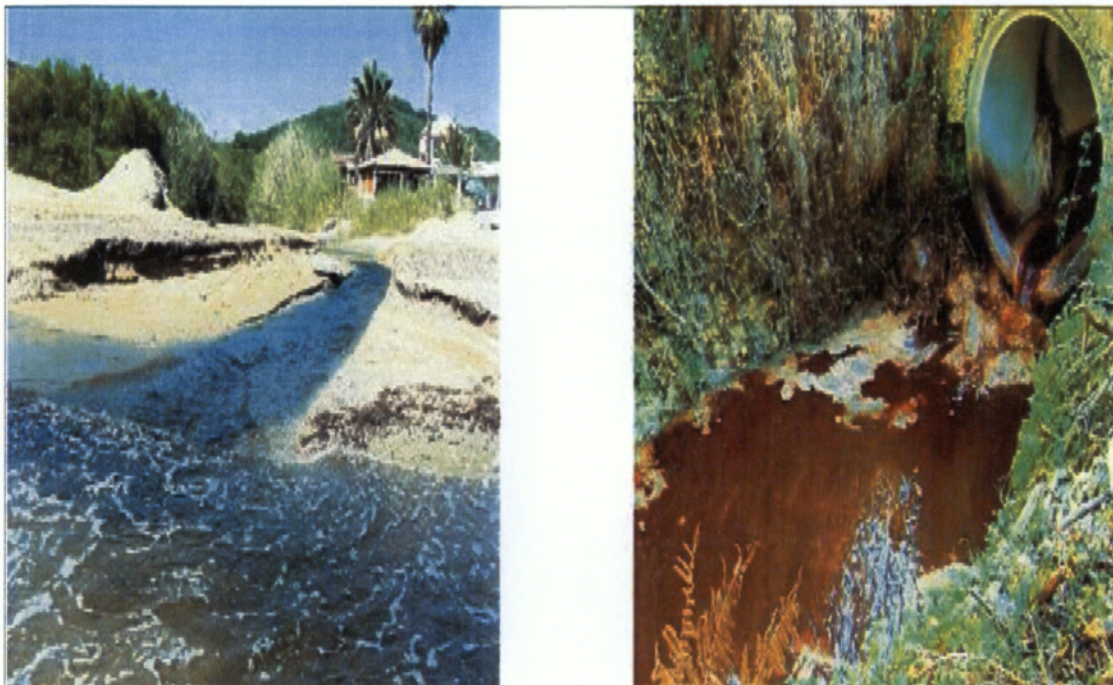
Τα κυριότερα προβλήματα διαχείρισης των ΟΜWW, που εμφανίζονται στη χώρα μας οφείλονται:

- Στη θεαματική αύξηση παραγωγής ελαιόλαδου, άρα και υγρών αποβλήτων, όπως και σε όλες τις Μεσογειακές ελαιοπαραγωγικές χώρες. Στην Ελλάδα η ετήσια παραγωγή ελαιόλαδου τετραπλασιάστηκε τα τελευταία 40 χρόνια. Η αύξηση αυτή στην παραγωγή οδήγησε, όπως ήταν φυσικό, και στην αντίστοιχη αύξηση παραγωγής αποβλήτων (Μιχελάκης 1999).
- Στην αύξηση της σχέσης αποβλήτου-ελαιοκάρπου. Η γενικευμένη χρήση στα ελαιοτριβεία φυγοκεντρικών συγκροτημάτων τριών φάσεων, συντέλεσε στην μεταβολή της σχέσης ποσότητας (όγκου) παραγόμενου αποβλήτου σε αναλογία με τον επεξεργασμένο ελαιόκαρπο από 1:0.65, που ήταν με την παλαιότερη επικρατούσα χρήση των υδραυλικών πιεστηρίων, σε 1:1 με την χρήση φυγοκεντρικών μεθόδων διαχώρισης.
- Στην ανεπάρκεια εγκαταστάσεων διαχείρισης. Η έλλειψη εγκαταστάσεων χειρισμού είναι πλήρης σε όλη την Ελλάδα και μόνο στην Κρήτη τα τελευταία χρόνια έχει διαδοθεί η μέθοδος των εξατμισοδεξαμενών

Η οξύτητα του προβλήματος, της διάθεσης των ΟΜW, ώθησε πολύ την έρευνα στην εξεύρεση λύσεων, αρχικά σε εργαστηριακό επίπεδο και στην συνέχεια σε διάφορες πιλοτικές εγκαταστάσεις.

Στις ενότητες που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι κυριότερες μέθοδοι που

έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί και οι οποίες κατά κύριο λόγο στοχεύουν αρχικά στην μείωση του οργανικού περιεχομένου και όγκου των υγρών αποβλήτων. Στην πράξη όμως δεν υπάρχει μια μέθοδος τεχνολογικά και οικονομικά βιώσιμη, αν και συχνά ο συνδυασμός των μεθόδων μεταξύ τους γίνεται η καλύτερη λύση για το εκάστοτε πρόβλημα. Οι διαθέσιμες μέθοδοι για την διαχείριση των ΟΜWW κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες. Τις μηχανικές, και τις θερμικές.



Εικόνα 3.1: Ανεξέλεγκτη απόθεση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

3.4 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

3.4.1. Διήθηση (Filtration)

Η διήθηση είναι μια από τις παλαιότερες μεθόδους για την απομάκρυνση των στερεών (αιωρούμενων και κολλοειδών) από τα υγρά απόβλητα και χρησιμοποιείται κυρίως από ελαιοτριβεία μικρής κλίμακας. Τα στερεά περιλαμβάνουν άργιλο και ιλύ, οργανικές ουσίες, ιζήματα από άλλες επεξεργασίες, σίδηρο, μαγγάνιο και μικροοργανισμούς (μ/ο). Ο διαχωρισμός γίνεται με τη βοήθεια πορώδους υλικού που συγκρατεί τα στερεά και επιτρέπει τη διέλευση της υγρής φάσης. Τα φίλτρα μπορεί

να είναι στρώματα άμμου, αμμοχάλικου ή ενεργού άνθρακα που βοηθούν στην αφαίρεση και των πιο μικρών μορίων. Μια πρώτη ταξινόμηση των φίλτρων μπορεί να γίνει σε σχέση με το είδος του διηθητικού υλικού που χρησιμοποιείται.

Έτσι διακρίνονται δύο κατηγορίες:

- Τα φίλτρα στρώματος, που περιέχουν σε σημαντικό βάθος συνήθως άμμο, ανθρακίτη ή συνδυασμό τους, καθώς και άλλα διηθητικά υλικά
- Τα προεπενδεδυμένα φίλτρα (pre-coat filters), που οι κόκκοι του πληρωτικού υλικού καλύπτονται από ένα λεπτό στρώμα πολύ λεπτομερούς υλικού

Άλλη ταξινόμηση μπορεί να γίνει ανάλογα με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά των φίλτρων:

- Φίλτρα βαρύτητας, τα οποία είναι ανοικτά στην ατμόσφαιρα στο επάνω μέρος τους και η ροή του διηθητικού υλικού γίνεται με την βαρύτητα
- Φίλτρα πίεσεως, όπου το διηθητικό υλικό βρίσκεται μέσα σε μια συσκευή υπό πίεση. Το προς επεξεργασία απόβλητο εισέρχεται υπό πίεση και εξέρχεται με ελαφρά μειωμένη πίεση.

Η μέθοδος της διήθησης μπορεί να εφαρμοστεί μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλη τεχνολογία επεξεργασίας σαν προ-επεξεργασία. Συνήθως, χρησιμοποιείται μετά την καθίζηση ή την κροκίδωση, για την απομάκρυνση των στερεών υλικών από τα υγρά απόβλητα που μπορεί να εμποδίσουν την περαιτέρω επεξεργασία (πχ φράξιμο σωλήνων).

Η διήθηση για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα βασίζεται στις μεθόδους διαχωρισμού μεμβρανών. Σύμφωνα με διάφορες μελέτες [112, 59], η απομάκρυνση του COD χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της διήθησης είναι αρκετά ικανοποιητική, παρουσιάζοντας καλύτερα αποτελέσματα και από την μέθοδο της φυγοκέντρισης. Παρόλα αυτά οι επιστήμονες παρατήρησαν τον σχηματισμό ενός αδιαπέραστου στρώματος στερεών και λιπών καθιστώντας την χρησιμοποίηση μόνο αυτής της μεθόδου πρακτικά αδύνατη.

3.4.2. Επίπλευση (flotation)

Η επίπλευση είναι μια μηχανική μέθοδος διαχωρισμού των στερεών ή υγρών σωματιδίων, που περιέχουν ελαιώδη συστατικά όπως ελαιόσταγονίδια και αιωρούμενα στερεά από τα υγρά απόβλητα και χρησιμοποιείται για την πύκνωση της ύλης των αποβλήτων.

Η χρήση ενός αερίου στο σύστημα, όπως αζώτου ή συχνότερα αέρα, διευκολύνει το διαχωρισμό. Η αρχή της μεθόδου είναι απλή. Το αέριο διοχετεύεται υπό πίεση στα απόβλητα σχηματίζοντας λεπτές φυσαλίδες και προσκολλώνται ή εγκλωβίζονται στην σωματιδιακή δομή αυξάνοντας την άνωση με αποτέλεσμα ακόμα και τα σωματίδια που έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από αυτή του νερού να μετακινούνται προς την επιφάνεια και να απομακρύνονται. Η προσθήκη χημικών ουσιών στα απόβλητα αμέσως πριν το σχηματισμό φυσαλίδων, βελτιώνει την απόδοση της διεργασίας, με την συνένωση των σωματιδίων και τη δημιουργία μιας δομής θρόμβων που προσροφά και παγιδεύει τις φυσαλίδες ή με την αλλαγή των ιδιοτήτων της διεπιφάνειας αέρα – υγρού ή στερεού. Τέτοιες ουσίες μπορεί να είναι [2]:

- Ουσίες που προκαλούν αφρισμό (foaming chemicals)
- Ουσίες που καθιστούν τα αιωρούμενα στερεά υδρόφοβα (οργανικοί πολυηλεκτρολύτες)
- Μερικοί ρυθμιστικοί παράγοντες όπως ρυθμιστές pH, ή ουσίες που προκαλούν κροκίδωση, κλπ. (άλατα αργιλίου και σιδήρου, ενεργό πυριτικό νάτριο)

Εφαρμόζονται διάφοροι τύποι επίπλευσης, οι όποιοι διαφέρουν κυρίως στον τρόπο με τον οποίο παράγονται οι φυσαλίδες. Η Επίπλευση Διαλυμένου Αέρα (ΕΔΑ-DAF) ή απλούστερα επίπλευση πίεσης είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος που εφαρμόζεται λόγω της αποτελεσματικότητας στην απομάκρυνση μεγάλου εύρους στερεών. . Οι φυσαλίδες παράγονται με μηχανική ανάδευση, πορώδη διάχυση ή ομογενοποίηση ενός αερίου και ενός υγρού ρεύματος. Η μέθοδος αυτή παράγει φυσαλίδες της τάξης των 1000μm που είναι αρκετά μεγάλες για την ικανοποιητική

επίπλευση των στερεών στα απόβλητα.

Μέχρι τώρα η επίπλευση χρησιμοποιούνταν μόνο σε πειραματικό στάδιο για την επεξεργασία των αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Η μέθοδος της επίπλευσης παράγει καλύτερα αποτελέσματα από την μέθοδο της καθίζησης, όταν τα υγρά απόβλητα του ελαιουργείου αποθηκεύονται σε δεξαμενές για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Έχει παρατηρηθεί ότι στα δείγματα που λαμβάνονται από την επιφάνεια και τον πυθμένα της δεξαμενής η περιεκτικότητα σε έλαια είναι 2% και 0.03% αντίστοιχα. Έτσι, η επίπλευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση της πολύ λεπτής φάσης ελαίου στα απόβλητα, αλλά η εφαρμογή παραμένει οριακή λόγω της χαμηλής αναλογίας δαπάνης/όφελος. Επίσης έχει προταθεί η χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου σαν στάδιο προ-επεξεργασίας [112] για τα υγρά απόβλητα. Τέλος, δεν παρατηρείται σημαντική μείωση του COD (περίπου 30%) σε σύγκριση με την φυγοκέντριση που παράγει καλύτερα αποτελέσματα.

3.4.3 Καθίζηση (Sedimentation)

Η καθίζηση είναι μια από τις πιο απλές και ευρέως διαδεδομένες μεθόδους στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και είναι η διεργασία διαχωρισμού στερεών από ρευστό χρησιμοποιώντας την βαρύτητα. Χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό καθιζανόντων συστατικών από την υδάτινη φάση. Η απομάκρυνση στερεών μέσω καθίζησης βασίζεται στην διαφορά πυκνότητας μεταξύ των στερεών σωματιδίων και του υγρού.

Η καθίζηση διακρίνεται για λόγους μελέτης, σε τρεις κατηγορίες:

- Καθίζηση διακεκριμένων στερεών
- Καθίζηση συσσωματούμενων στερεών
- Καθίζηση ζώνης

Η καθίζηση είναι μια αργή φυσική διεργασία όπου μετά το πέρας περίπου 10 ημερών, στην δεξαμενή καθίζησης, σχηματίζονται ζώνες διαφορετικού βαθμού συμπύκνωσης με ένα ενδιάμεσο οριακό στρώμα μεταξύ του υπερκείμενου υγρού με

χαμηλό COD και της ιλύος που σχηματίζεται στον πυθμένα και με υψηλό COD [91]. Επειδή ακριβώς η καθίζηση είναι μια αργή διαδικασία, συνήθως συνδυάζεται με χημική κροκιδώση. Σε αυτή την περίπτωση, με την χρήση κροκιδωτικού μέσου το οποίο διευκολύνει την συσσωμάτωση των αιωρούμενων σωματιδίων, επιταχύνεται η διαδικασία. Παράλληλα όμως, αυξάνεται σημαντικά το κόστος της μεθόδου, καθώς οι κροκιδωτικές ουσίες θεωρούνται αρκετά ακριβές. Δυστυχώς, στην Ελλάδα, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων όπου λαμβάνει χώρα μόνο πρωτοβάθμια επεξεργασία για την επεξεργασία των ΟΜWW, η καθίζηση είναι η μοναδική διεργασία στην οποία υποβάλλεται το υγρό απόβλητο

3.4.4 Αραίωση (Dilution)

Η αραίωση είναι μια απλή μέθοδος για την μείωση του οργανικού φορτίου των ΟΜWW. Η αραίωση αυτή μπορεί να επιτευχθεί με ανάμιξη του υγρού αποβλήτου με νερά άρδευσης, αστικά απόβλητα, ύδατα πηγών ή ακόμη και με νερά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πλύση του ελαιόκαρπου και του εξοπλισμού των ελαιοτριβείων όπως δηλαδή γίνεται στα 3-φασικά ελαιοτριβεία.

Μερικοί ερευνητές προτείνουν, όταν το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων είναι χαμηλό σε σχέση με τον πληθυσμό της εκάστοτε περιοχής, να διατίθεται στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις επεξεργασίας των απλών αστικών αποβλήτων με βιολογικές διεργασίες [55]. Σε κάθε περίπτωση, η μέθοδος της αραίωσης από μόνη της είναι εμφανώς επιτυχής διότι μειώνει το οργανικό φορτίο των ΟΜWW και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν η εκάστοτε περιοχή δεν έχει πρόβλημα με αποθέματα ύδατος που οφείλονται σε άλλες αστικές ή αγροτικές δραστηριότητες.

3.4.5 Φυγοκέντρωση (Centrifugation)

Σε γενικές γραμμές, όταν το υγρό απόβλητο υποβάλλεται στην διαδικασία της φυγοκέντρωσης, σχηματίζονται τρεις διακεκριμένες φάσεις. Ένα επιφανειακό στρώμα

ελαίου, ένα υγρό στρώμα που περιέχει διαλυτά συστατικά και μια ζώνη καθίζησης όπου είναι συγκεντρωμένα κολλοειδή και αιωρούμενα στερεά.

Εξετάστηκε η ικανότητα της μεθόδου για διαχωρισμό, [112] καθώς και η επίδραση χημικών προσθέτων στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου στην μείωση του COD και στον βαθμό ανάκτησης ελαίου που περιέχεται στο OMWW. Η φυγοκέντριση αποδείχθηκε αρκετά καλή μέθοδος για το πλήρη διαχωρισμό των αιωρούμενων στερεών. Αυτό είχε σαν άμεση συνέπεια την μείωση του COD μέχρι και κατά 70% και της ανάκτησης ελαίου σε βαθμό 30 – 50%.

Παρατηρήθηκε επίσης, μείωση των δυο αυτών παραμέτρων σε διαφορετικό χημικό περιβάλλον. Σε όξινο περιβάλλον παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη ανάκτηση ελαίου, ενώ η μείωση του COD ήταν 68%. Παρόλα αυτά η ποιότητα των ανακτώμενων ελαίων ήταν φτωχή μετά την υδρόλυσή τους. Με την προσθήκη αλκαλικού μέσου όπως η υδράσβεστος ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, lime) και κατακρήμνιση των ανθρακούχων αλάτων των λιπαρών οξέων παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη μείωση του COD (83%) αλλά και η μικρότερη ανάκτηση ελαίων (12%). Η απλότητα της μεθόδου της φυγοκέντρισης την καθιστά μια ιδιαίτερα ελκυστική μέθοδο σε περίπτωση που επιθυμείται ανάκτηση ελαίων. Μια τυπική απώλεια ελαίων ενός ελαιοτριβείου μικρής κλίμακας ανέρχεται στο ποσοστό των 1-1.5% και μια ανάκτηση της τάξης των 0.3-0.75% με την βοήθεια της φυγοκέντρισης, αποτελεί ένα σημαντικό οικονομικό όφελος που γρήγορα μπορεί να καλύψει το λειτουργικό κόστος που απαιτεί ένα φυγοκεντρικό σύστημα.

Παρότι η μείωση του COD με την χρήση της φυγοκέντρισης ανέρχεται στο 70%, τα υγρά απόβλητα που ελαιοτριβείων ακόμη περιέχουν ένα σημαντικό μεγάλο ρυπαντικό φορτίο (50-70 g/l COD). Αυτό οφείλεται στο διαλυμένο οργανικό φορτίο που είναι δύσκολο να επεξεργαστεί με χημικές ή φυσικές διεργασίες. Μια όχι και τόσο οικονομική λύση για τα μικρής κλίμακας ελαιοτριβεία, είναι η χρήση βιολογικών μεθόδων για την περαιτέρω μείωση του οργανικού φορτίου των OMWW.

3.5 ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στοχεύουν στη συμπύκνωση του οργανικού περιεχομένου των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων, καθώς και στην εξάτμιση μη πτητικών διαλυμένων ουσιών, με αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων. Οι θερμικές διεργασίες χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Φυσικοθερμικές διεργασίες (εξάτμιση και απόσταξη)
- Θερμοχημικές διεργασίες (καύση και πυρόλυση)
- Συνδυασμός φυσικών και βιολογικών μεθόδων (λίμνες εξάτμισης)

3.5.1 Εξάτμιση και Απόσταξη (Evaporation and Distillation)

Αυτές οι μέθοδοι επεξεργασίας συμπυκνώνουν το οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων καθώς επίσης και της μη-πτητικές διαλυμένες ουσίες με εξάτμιση. Μετά από τις διεργασίες αυτές παράγεται ένα συμπυκνωμένη ελαιόπαστα (olive cake) και ένα πτητικό μέρος που αποτελείται από νερό και πτητικές ουσίες. Η μέθοδος της απόσταξης εφαρμόζεται για ιδιαίτερα μολυσμένα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων ή αλατούχα απόβλητα από βιομηχανίες ψαριών ή κρέατος ή για την αναγέννηση ιοντο-ανταλλακτικών ρητινών. Η διαφορά της εξάτμισης από την απόσταξη είναι ότι στην πρώτη διεργασία, ακόμα και όταν το συμπύκνωμα νερού και πτητικών ουσιών, περιέχει περισσότερα από ένα συστατικά, δεν γίνεται προσπάθεια για τον διαχωρισμό τους. Για την επεξεργασία των αποβλήτων με την μέθοδο της εξάτμισης, χρησιμοποιούνται απλοί βιομηχανικοί βραστήρες. Τα πλεονεκτήματα αυτών των μεθόδων είναι τα εξής:

- Παρατηρείται μείωση οργανικής ρύπανσης των αποβλήτων μέχρι και κατά 90% (COD)
- Υπάρχει μείωση του όγκου των αποβλήτων κατά 70 – 75%
- Το νερό που εξατμίζεται μπορεί να συμπυκνωθεί και χρησιμοποιείται στη

γραμμή επεξεργασίας της μεταποιητικής μονάδας.

- Ο συμπυκνωμένος ατμός από την έξοδο της τουρμπίνας μεταφέρεται στο λέβητα και χρησιμοποιείται ως κινητήριος δύναμη για τις μηχανές.

Αντιστοίχως τα κυριότερα μειονεκτήματα είναι:

- Διαφορές κυρίως στον χρόνο αποθήκευσης των OMWW, στις μεθόδους παραγωγής ελαιόλαδου, και στην ωριμότητα των καρπών δύναται να προκαλέσουν διαφορές σε ότι αφορά την μείωση του COD. Και αυτό γιατί τέτοιες αλλαγές προκαλούν μεγάλες διαφορές στη συγκέντρωση των πτητικών οργανικών συστατικών που περιέχονται στο συμπύκνωμα. Τέτοιου είδους προβλήματα μπορεί να ξεπεραστούν με την χρήση βακτηριοστατικών ουσιών (σε συγκεντρώσεις 500 – 3000 ppm) που εμποδίζουν την δημιουργία πτητικών ουσιών και επιμηκύνουν το χρόνο που μπορεί να αποθηκευτούν τα OMWW.

- Είναι μια ακριβή μέθοδος, διότι η ενέργεια που απαιτείται υπολογίζεται σε 100kWh/m³

. Η ενέργεια για την εξάτμιση προέρχεται από θερμότητα καύσης ή από φυσική πηγή (αέρας).

- Ένα ακόμα μειονέκτημα των μεθόδων αυτών, σχετίζεται με την επεξεργασία και τη διάθεση των προϊόντων που προκύπτουν, όπως η διάθεση των ημιστερεών υπολειμμάτων (ελαιόπαστα). Τα υπολείμματα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή, αλλά η χρήση τους είναι περιορισμένη λόγω της πικρής γεύσης και της υψηλής περιεκτικότητας σε κάλιο. Εναλλακτικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμη ύλη για παραγωγή θερμικής ενέργειας για τις ανάγκες του εργοστασίου, κάτι τέτοιο όμως φαίνεται ότι παράγει μεγάλες ποσότητες αέριων ρύπων που απαιτούν περαιτέρω επεξεργασία.

- Ένα επιπλέον πρόβλημα είναι το συμπύκνωμα από την απόσταξη το οποίο δεν είναι από καθαρό νερό και περιέχει κλάσματα πτητικών λιπαρών οξέων και αλκοολών. Η πιθανή του επαναχρησιμοποίηση του μπορεί να αυξήσει την οξύτητα του παρθένου ελαιόλαδου. Αυτές οι ενώσεις είναι υπεύθυνες για τις υψηλές τιμές COD (πάνω από 3 g COD/L) και απαιτείται πρόσθετη επεξεργασία του συμπυκνώματος πριν από τη διάθεσή του.

3.5.2 Καύση και πυρόλυση (Combustion and pyrolysis)

Οι πιο ακραίες και καταστρεπτικές μέθοδοι για την διαχείριση των OMWW είναι η καύση και η πυρόλυση, διότι αποκλείουν την δυνατότητα περαιτέρω διεργασιών για την διαχείριση των αποβλήτων. Αυτές οι διεργασίες έχουν προκαλέσει έντονη διαμάχη μεταξύ των επιστημόνων, για την έκλυση τοξικών αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, για την μεγάλη απαίτησή τους σε ενέργεια, καθώς και για το υψηλό κόστος εγκαταστάσεων αποτέφρωσης.

Η καύση (περίσσεια οξυγόνου), είναι η διαδικασία κατά την οποία επιτυγχάνεται η οξείδωση των αποβλήτων παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα, νερό και θερμότητα, επιτυγχάνοντας παράλληλα και μείωση του όγκου των αποβλήτων. Το πρόβλημα με τα OMWW είναι ότι περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού (80-83%) και συνεπώς απαιτείται πολυδάπανη ξήρανση του αποβλήτου.

3.5.3 Λίμνες εξάτμισης-εξατμισοδεξαμενές (Lagooning)

Οι λίμνες εξάτμισης (τεχνητές λίμνες αποθήκευσης αποβλήτων) είναι μία από τις παλαιότερες μεθόδους χαμηλού κόστους για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Αποτελεί ικανοποιητική τεχνική για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων με μικρό ρυπαντικό φορτίο. Σήμερα οι λίμνες εξάτμισης χρησιμοποιούνται για "αποθήκευση" και εξάτμιση των αποβλήτων καθώς ο ήλιος σαν πηγή θερμότητας, αυξάνει το ρυθμό της εξάτμισης αυτής (Εικόνα 3.2). Παράλληλα επιτρέπεται και ο διαχωρισμός των στερεών από την υγρή φάση με καθίζηση.

Η μέθοδος της κατασκευής λιμνών εξάτμισης μπορεί να θεωρηθεί και βιολογική μέθοδος επεξεργασίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στα OMWW που παραμένουν για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (της τάξης των 7-8 μηνών για κάθε περίοδο που διαρκεί η εξαγωγή του ελαιόλαδου) επικρατούν συνεχώς βιοαποικοδομητικές διεργασίες. Οι μ/ο, με την επίδραση του ηλιακού φωτός επιταχύνουν την αποικοδομητική τους δράση, διασπώντας τα οργανικά συστατικά των αποβλήτων σε απλούστερα, αβλαβή και ενεργειακά σταθερότερα προϊόντα. Επικρατεί δηλαδή, μια συνεχής υποβάθμιση του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων. Το μέγιστο ποσοστό εξάτμισης μπορεί να φθάσει σε τιμές 1m³ ανά 1m²

κατά τη διάρκεια ενός μήνα. Ο σχεδιασμός της δεξαμενής γίνεται με βάση την παραγωγή λαδιού (τα υγρά απόβλητα είναι περίπου 3 φορές περισσότερα από παραγόμενο ελαιόλαδο για τριφασικά ελαιοτριβεία παλαιού τύπου), τον ρυθμό της εξάτμισης και την ετήσια βροχόπτωση. Έτσι για ένα τυπικό ελαιουργείο παραγωγής 300 τόνων ελαιολάδου, τα παραγόμενα απόβλητα είναι περίπου 1000 κυβικά μέτρα.

Το κύριο μειονέκτημα των λιμνών εξάτμισης είναι οι μεγάλες επιφάνειες που απαιτούνται (περίπου 1m²για κάθε 2.5 m³ OMWW) και η μεγάλη περίοδος επεξεργασίας η οποία εξαρτάται άμεσα από το κλίμα της εκάστοτε περιοχής. Οι λίμνες εξάτμισης είναι απλές εφαρμογές, χαμηλού κόστους, αλλά υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εάν η μόνωση της λεκάνης δεν είναι σωστή ή εάν υπάρξει κάποια διαρροή. Άλλο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η έντονη δυσοσμία που αναδύεται από τα υγρά απόβλητα, η οποία είναι αντιληπτή σε μεγάλη απόσταση. Για αυτό το λόγο προτείνεται η κατασκευή τους τουλάχιστον 1 με 2 χιλιόμετρα μακριά από τις εγκαταστάσεις των ελαιοτριβείων με παράλληλη κατασκευή σωληνώσεων που θα μεταφέρουν τα OMWW με ασφάλεια (χωρίς να υπάρχει διαρροή) τις τεχνητές λίμνες εξάτμισης και μακριά από οικισμούς και τουριστικές περιοχές. Επίσης, οι λίμνες εξάτμισης δεν λειτουργούν ικανοποιητικά σε μέρη με υψηλές βροχοπτώσεις ή βροχοπτώσεις κατά τους καλοκαιρινούς μήνες [34]. Τέλος ένα ακόμη μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η ελαιούχος υγρή λάσπη που απομένει δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα ή για άρδευση λόγω της έντονης οξικής οσμής του ιζήματος.

Η μέθοδος της φυσικής εξάτμισης σε δεξαμενές, είναι τελικά αυτή που έχει επικρατήσει, κυρίως σε περιοχές όπως η Κρήτη. Αυτή η εξέλιξη, ήταν απλά το αποτέλεσμα της συνεχούς αυξανόμενης πίεσης για περιορισμό της ρύπανσης σε τουριστικές κατά κύριο λόγο περιοχές. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρέασε την ανάπτυξη αυτής της μεθόδου, ήταν η βραδυπορία που παρουσίασε η έρευνα στην ανάπτυξη και εφαρμογή πρακτικά εφαρμόσιμης τεχνολογίας διαχείρισης των OMWW. Παρόλο που αυτή η μέθοδος είναι πολύ διαδεδομένη κυρίως στον Ελλαδικό χώρο, δεν μπορεί να γίνει οικολογικά αποδεκτή.

3.6. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι Μεσογειακές χώρες παράγουν ετησίως μεγάλες ποσότητες στερεών αποβλήτων από την επεξεργασία του ελαιόκαρπου, που προκαλούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Το υλικό αυτό περιέχει επίσης υψηλό οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο το οποίο είναι δύσκολο στη διαχείριση, όπως ακριβώς και τα υγρά απόβλητα από την επεξεργασία των ελιών. Τα στερεά απόβλητα έχουν υψηλό οργανικό φορτίο, πολυφαινόλες που εμποδίζουν τη δραστηριότητα βακτηρίων και μυκήτων καθώς και υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα. Η απόρριψη τους στο περιβάλλον ή η διάθεση τους στο έδαφος χωρίς προηγούμενη επεξεργασία, δεν αποτελεί λύση του προβλήματος, αλλά καθιστά την κατάσταση χειρότερη δεδομένου ότι υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα

3.7 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.7.1 Συμπύεση (Compression)

Ο υγρός ελαιοπυρήνας και η στερεά φάση που προέρχεται από τα υγρά απόβλητα, συμπιέζονται μέσω δίσκων (μεταλλικών ή υφασμάτινων) για την παραγωγή ξηρού ελαιοπυρήνα ή ξηρών υπολειμμάτων και υγρών αποβλήτων. Τα στερεά απόβλητα καταβυθίζονται σε μια σχάρα. Ειδικά ξέστρα απομακρύνουν το υπόλειμμα από τους δίσκους και το μεταφέρουν σε ειδική χοάνη που καταλήγει στο θάλαμο συμπύεσης, όπου το υλικό υποβάλλεται σε συμπύεση μέσα σε έναν ειδικά διαμορφωμένο σωλήνα και αποβάλλεται σε πλαστικούς ή άλλους περιέκτες.

3.7.2 Ξήρανση (Drying)

Ο απλούστερος τρόπος για την ξήρανση των στερεών αποβλήτων είναι η εξάτμιση της υγρής φάσης με διασπορά των αποβλήτων στο έδαφος. Η εφαρμογή της μεθόδου εμφανίζει προβλήματα όπως δυσσομία και πιθανότητα ρύπανσης του

υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εάν το έδαφος δεν είναι κατάλληλο και η υγρή φάση κινείται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Πρόσφατα, χρησιμοποιήθηκε ένας ξηραντήρας που συνδυάζει ρευστοποιημένη και κινούμενη κλίνη (fluidized/moving bed drier) [45, 46] για την ξήρανση της ελαιόπαστας από 2-φασικά ελαιοτριβεία. Αποτελείται από ένα κύλινδρο (ζώνη ρευστοποιημένης κλίνης) που συνδέεται μέσω μιας κωνικής συσκευής με την κινούμενης κλίνη. Το μικρό αυτό πλοτικό σύστημα μπορεί να επεξεργαστεί μέχρι και 5kg/h υγρής ελαιοπυρήνας.

Διενεργήθηκαν πολλά πειράματα σε λειτουργίες συνεχούς και ασυνεχούς ροής, μελετήθηκε η κινητική της ξήρανσης του 2POMW καθώς και η επίδραση της θερμοκρασίας, του χρόνου και του ρυθμού ροής του αέρα στον ρυθμό ξήρανσης. Παράλληλα, μελετήθηκε η διεργασία της ξήρανσης, σε έναν συμβατικό ξηραντήρα ρευστοποιημένης κλίνης. Η θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα και στα δύο συστήματα κυμαίνονταν από 70 – 200 ° C και η θερμοκρασία στο εσωτερικό των ξηραντήρων ανάμεσα στους 50 – 150 ° C.

Το κυριότερο πρόβλημα της μεθόδου ήταν ο έλεγχος της κυκλοφορίας της ελαιόπαστας λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας του σε υγρασία (μέχρι και 50 – 60 % αρχική υγρασία) και του υψηλού ιξώδους, καθώς και του θερμού αέρα για τη δημιουργία του κατάλληλου μίγματος ροής μέσω της ρευστοποιημένης κλίνης για βέλτιστη ξήρανση. Κρίθηκε λοιπόν αναγκαίο, στο πρωτοποριακό αυτό σύστημα να πραγματοποιηθούν κάποιες βελτιώσεις. Έγινε ανάμιξη υγρού και ξηρού 2POMW και προστέθηκε μια επιπλέον είσοδος αέρα στην κωνική συσκευή που ενώνει τους δύο ξηραντήρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν καλύτερη κυκλοφορία του αποβλήτου σε ολόκληρο το σύστημα, καλύτερο έλεγχο της τροφοδοσίας από τη ζώνη κίνησης σε αυτήν της ρευστοποιημένης κλίνης και μικρότερη θερμοκρασιακή λειτουργία των ξηραντήρων (60 ° C).

Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο μειονέκτημα των μεθόδων ξήρανσης, παραμένει η μεγάλη ενεργειακή απαίτηση. Το συγκεκριμένο μειονέκτημα όμως, μπορεί να εξαλειφθεί, αν το προϊόν που παράγεται μετά την ξήρανση, χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας με την διεργασία της καύσης. Από οικονομικής όμως άποψης, οι εγκαταστάσεις ξήρανσης, συνδέονται με μεγάλα λειτουργικά έξοδα καθώς και με μεγάλες αρχικές επενδύσεις για την εγκατάστασή τους. Επιπλέον, για την διασφάλιση μιας λειτουργικής σταθερότητας, απαιτείται κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό.

3.8 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.8.1 Διάθεση στο έδαφος-Απόθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής (Land filling)

Τα υπολείμματα που δεν μπορεί να ανακυκλωθούν, να κομποστοποιηθούν ή να αξιοποιηθούν ενεργειακά διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Με την πάροδο όμως του χρόνου, τα απόβλητα υφίστανται βιολογικούς και χημικούς μετασχηματισμούς με αποτέλεσμα το σχηματισμό βιοαερίου και υγρού αποστράγγισης (στραγγίσματα) που απαιτούν ιδιαίτερο χειρισμό. Συγκεκριμένα, το νερό στράγγισης θα πρέπει να συγκεντρωθεί και να υποβληθεί σε βιολογικό καθαρισμό για να μην ρυπάνει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, ενώ το αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας

3.8.2 Κομποστοποίηση (Composting)

Σε γενικές γραμμές, κομποστοποίηση, είναι η ελεγχόμενη (ως προς τον αερισμό, την υγρασία, το λόγο C/N, το pH και τη θερμοκρασία) βιοξείδωση ετερογενών υλικών, όπου ετερογενής και κυρίως ετερότροφοι μ/ο (βακτήρια, μύκητες) βιοαποδομούν οργανικές ενώσεις. Τα κύρια προϊόντα της κομποστοποίησης είναι νερό, διοξείδιο του άνθρακα, αλλά κυρίως το κομπόστ (compost) – ένα πλούσιο σε οργανική ύλη υλικό – με υψηλό χουμικό περιεχόμενο. Το κομπόστ χρησιμοποιείται (εφόσον πληρεί τις προβλεπόμενες από τη νομοθεσία προδιαγραφές) ως εδαφοβελτιωτικό (ιδιαίτερα για αμμώδη, αργιλώδη, όξινα, πορώδη και ασβεστώδη εδάφη) ή ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια φυτών καθώς και για τη βιο-αποκατάσταση μολυσμένων εδαφών. Επιπλέον, η αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας των αποβλήτων, συνοδεύεται και από μείωση της μάζας των στερεών αποβλήτων κατά 50 – 60 % περίπου.

Η προετοιμασία του σωρού των στερεών αποβλήτων και η διαδικασία κομποστοποίησης περιλαμβάνει τα τρία ακόλουθα στάδια:

I. Ανάλυση της πρώτης ύλης, συμπεριλαμβανομένης της υγρασίας και ιδιαίτερα της

αναλογίας άνθρακα – αζώτου (C/N)

II. Προετοιμασία του σωρού: Τα στερεά απόβλητα των ελαιοτριβείων περιέχουν μεγάλες ποσότητες υγρασίας που εμποδίζουν το σχηματισμό των σωρών για την κομποστοποίηση. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η προσθήκη ινώδους στερεού υλικού, όπως π.χ. υπολείμματα δέντρων ή πριονίδια προκειμένου να βελτιωθεί η φυσική δομή του σωρού. Η αναλογία θα πρέπει να είναι κατάλληλη ώστε να δημιουργηθεί ικανοποιητικό πορώδες που θα επιτρέψει τον επαρκή αερισμό του σωρού. Παράλληλα, θα πρέπει να δημιουργηθεί η σωστή αναλογία C/N. Η ανάμιξη των αποβλήτων με ινώδη στερεά υλικά μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη αναλογία C/N και για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η προσθήκη N, που μπορεί να προέρχεται από λάσπη αστικών λυμάτων, προκειμένου να δημιουργηθεί ικανοποιητική αναλογία C/N. Τα στερεά απόβλητα μπορεί να περιέχουν σημαντικές ποσότητες αντιμικροβιακών ουσιών, όπως πολυφαινόλες, που εμποδίζουν τη δράση των μικροοργανισμών. Η προσθήκη μικρής ποσότητας ενός υλικού πλούσιου σε μικροοργανισμούς, όπως λάσπη (ιλύς) αστικών λυμάτων ή υλικό από τη θερμόφιλη φάση της κομποστοποίησης, επιταχύνει την έναρξη της κομποστοποίησης, παρέχοντας μικροοργανισμούς για ταχεία επικράτηση και βιολογική δραστηριότητα.

III. Κομποστοποίηση: Ο σωρός θα πρέπει να ανακατεύεται περιοδικά για να διατηρηθούν οι βέλτιστες συνθήκες για αερόβια μικροβιακή δραστηριότητα, δηλ. παροχή οξυγόνου, απομάκρυνση της θερμότητας και του CO₂, της υγρασίας και για την αποφυγή αναερόβιων συνθηκών και κατά συνέπεια δυσοσμίας. Στη θερμόφιλη φάση της κομποστοποίησης, η θερμοκρασία θα πρέπει να ελέγχεται καθημερινά και να διατηρείται μεταξύ 70-80°C. Όταν η θερμοκρασία αρχίζει να μειώνεται, οι σωροί πρέπει να ανακατεύονται μία φορά την ημέρα προκειμένου να ομογενοποιηθεί το μίγμα και να ενισχυθεί η διαδικασία της αποικοδόμησης. Η βιο-οξειδωτική φάση της κομποστοποίησης θεωρείται ολοκληρωμένη όταν η θερμοκρασία του σωρού γίνει σχεδόν ίδια με αυτή του περιβάλλοντος. Σε αυτή την περίπτωση σταματά το ανακάτεμα του σωρού και το μίγμα αφήνεται να ωριμάσει για περίπου ένα μήνα. Η περιεκτικότητα του σωρού σε υγρασία πρέπει να ελέγχεται καθημερινά κατά τη διάρκεια της βιο-οξειδωτικής φάσης κομποστοποίησης και να διατηρείται μεταξύ 50-60% με την προσθήκη της απαραίτητης ποσότητας νερού, προκειμένου να διατηρηθούν οι αερόβιες συνθήκες και να μεγιστοποιηθεί η αποσύνθεση των

οργανικών υλικών.

Το τελικό προϊόν είναι υψηλής ποιότητας και κατάλληλο για γεωργική χρήση ως λίπασμα. Αντιπροσωπεύει ένα είδος ανακύκλωσης των οργανικών και ανόργανων ουσιών που δεν απαιτεί την παρουσία χημικής ή βιολογικής επεξεργασίας. Το κυριότερο πρόβλημα για την εφαρμογή του κομπόστ από τα στερεά απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι η παρουσία ανεπιθύμητων οσμών και η δημιουργία νερού στράγγισης που απαιτεί συμπληρωματικό χειρισμό. Η απομάκρυνση των αερίων που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης γίνεται με τη χρήση βιοφίλτρων, τα οποία αυξάνουν τη συνολική δαπάνη της τεχνολογικής επεξεργασίας.

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

Έχει προταθεί σε πολλές βιβλιογραφικές αναφορές, η ανάμιξη των στερεών ή ρευστοστερεών αποβλήτων των ελαιοτριβείων με άλλα απόβλητα που προέρχονται από άλλες αγροτικές δραστηριότητες (άχυρα από δημητριακά, πριονίδια, φυτικά απόβλητα), για τη παραγωγή οργανικού – μη φυτοτοξικού κομπόστ για την βελτίωση της εδαφικής γονιμότητας και της φυτικής παραγωγής

3.9 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η θερμική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων ελαιοτριβείων, χρησιμοποιείται για την ελάττωση του όγκου τους και για την παραγωγή ενέργειας. Κατά τη θερμική επεξεργασία, λαμβάνει χώρα μετατροπή των στερεών αποβλήτων σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, που συνοδεύεται από έκλυση ενέργειας (θερμότητας). Διακρίνονται τρία είδη θερμικής επεξεργασίας:

- 1) Πυρόλυση, όπου είναι η θερμική επεξεργασία με πλήρη απουσία οξυγόνου
- 2) Καύση με α) στοιχειομετρική ποσότητα οξυγόνου ή β) με περίσσεια οξυγόνου
- 3) Αεριοποίηση, όπου γίνεται η μετατροπή των στερεών αποβλήτων σε αέριο και είναι η καύση με ποσότητα οξυγόνου χαμηλότερη της στοιχειομετρικής. Κατά τη διεργασία αυτή, παράγεται καύσιμο αέριο που περιέχει CO, H₂ και υδρογονάνθρακες

3.9.1 Πυρόλυση

Η μέθοδος της πυρόλυσης, είναι ουσιαστικά η θερμική διάσπαση σε πλήρη απουσία οξυγόνου ενός σύνθετου οργανικού υλικού (χημικής ένωσης) σε επί μέρους πτητικά μέρη. Περιλαμβάνει τη θέρμανση απουσία οξυγόνου ή την καύση με περιορισμένη παροχή οξυγόνου και οδηγεί στην παραγωγή ενός αέριου μίγματος υδρογονανθράκων, ενός στερεού υπολείμματος μεγάλης περιεκτικότητας σε άνθρακα και ενός ελαιώδους υγρού. Αυτή η διαδικασία αν και εφαρμόζεται σπάνια, τα απόβλητα με υψηλή θερμιδική αξία που μπορούν να απελευθερώσουν μεγάλο ποσό θερμότητας είναι τα πιο κατάλληλα για αυτήν την μέθοδο.

Σε αντίθεση με τις διεργασίες της καύσης ή της αεριοποίησης που είναι ιδιαίτερα εξώθερμες, η πυρόλυση είναι ενδόθερμη διεργασία και απαιτεί εξωτερική πηγή θερμότητας. Για αυτό το λόγο πολλές φορές αναφέρεται στη βιβλιογραφία και ως καταστρεπτική απόσταξη (destructive distillation).

Τα υποπροϊόντα αυτής της διαδικασίας είναι:

- Αέρια: Αποτελούνται κυρίως από υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια. Τα αέρια αυτά είναι καύσιμα και ουσιαστικά δεν περιέχουν οξείδια του αζώτου.
- Στερεά: Αποτελείται από ένα μη οργανικό μέρος και ένα οργανικό ποσοστό, το οποίο στη συνέχεια προορίζεται για καύσιμο ή για να μετατραπεί σε ενεργό άνθρακα. Στην πράξη όμως, καθώς η διαδικασία διαχωρισμού των δύο αυτών ποσοστών είναι σύνθετη και πολυδάπανη, το ελαιώδες υπόλειμμα οδηγείται

συνήθως για διάθεση.

Υγρά: Αποτελείται από καροξυλικά οξέα, κετόνες, αλκοόλες καθώς και σύνθετους οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Είναι ένα ελαιώδες προϊόν, με υψηλό ιξώδες και πυκνότητα όπου με κατάλληλη επεξεργασία (απαλλαγή από θειούχα και χλωριούχα διαβρωτικά προϊόντα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο.

Η πυρόλυση εφαρμόζεται με επιτυχία στο ξύλο, στην κυτταρίνη, στην αποξηραμένη λάσπη (ιλύς), στα απόβλητα φρούτων και λαχανικών με περιεκτικότητα νερού περίπου 5%. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ατμού ή ως βασικό χημικό αντιδραστήριο. Με τη μέθοδο της πυρόλυσης επιτυγχάνεται ελάττωση του όγκου και του βάρους του διατιθέμενου ελαιοπυρίνα, παραγωγή καύσιμης ύλης αλλά και μετατροπή αυτών σε τελικά προϊόντα που διατιθέμενα σωστά δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον. Όμως η τεχνική της πυρόλυσης είναι μια σχετικά νέα, αρκετά υποσχόμενη μέθοδος που όμως από τεχνολογικής απόψεως έχει ακόμα σημαντικά μειονεκτήματα. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα της πυρόλυσης.

Πλεονεκτήματα πυρόλυσης

- Η θερμοκρασία διάσπασης είναι χαμηλότερη από αυτήν που απαιτείται σε συστήματα καύσης. Συνεπώς, η ενεργειακή καταπόνηση της όλης εγκατάστασης είναι μικρότερη
- Το παραγόμενο αέριο μπορεί να αξιοποιηθεί σε άλλη εστία ή σε άλλο χώρο εκτός του πυρολυτικού αντιδραστήρα
- Από την καύση του αερίου της πυρόλυσης δεν παράγεται τέφρα και ο καθαρισμός των απαερίων είναι ευκολότερος
- Η τέφρα που παράγεται κατά την πυρόλυση, έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άνθρακα από αυτήν της καύσης
- Με κατάλληλο σχεδιασμό της εγκατάστασης, μπορεί να παραχθεί και κατά συνέπεια να πωληθεί, ηλεκτρική ενέργεια
- Η διάσπαση γίνεται σε αναγωγική ατμόσφαιρα και όχι σε οξειδωτική όπως

γίνεται στην καύση

- Υπάρχει μεγαλύτερη ελαχιστοποίηση του αρχικού όγκου του ελαιοπυρήνα σε σχέση με την καύση

Μειονεκτήματα πυρόλυσης

- Απαιτείται υψηλή τεχνολογία και τεχνογνωσία
- Το κόστος της επένδυσης για μια εγκατάσταση πυρόλυσης είναι πολύ μεγάλο
- Η παραγωγή του ελαιοπυρήνα είναι εποχιακή. Αυτό έχει σαν συνέπεια την διακοπόμενη λειτουργία μιας εγκατάστασης πυρόλυσης με εμφανή οικονομικό κόστος
- Οι εγκαταστάσεις καθαρισμού των υποπροϊόντων της πυρόλυσης απαιτούν πολύ μεγάλο κόστος
- Η συνεχής χρησιμοποίηση βοηθητικού καυσίμου για να γίνει η πυρόλυση δρα σαν ανασταλτικός παράγοντας
- Τα παράγωγα της πυρόλυσης που δεν μπορούν να εκμεταλλευτούν ξανά, σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να διατεθούν στο περιβάλλον όπως έχουν.

3.10 ΑΕΡΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Καλούνται τα απόβλητα που παράγονται από τα καυσαέρια, τόσο από την καύση του ελαιοπυρήνα όσο και από τα μηχανήματα εσωτερικής καύσης. Μπορούν να θεωρηθούν αμελητέα χωρίς να υποεκτιμηθεί η επιβάρυνση τους στην ατμόσφαιρα.

Αυτό δικαιολογείται ως εξής:

Τα ελαιοτριβεία τοποθετούνται εκτός αστικών περιοχών, κατά κύριο λόγο, με αποτέλεσμα να μην κινδυνεύουν οι κατοικημένες περιοχές που ενδεχομένως εκπέμπονται.

Οι ποσότητες των αερίων αποβλήτων είναι πολύ μικρές σε σχέση με το τεράστιο όγκο του ατμοσφαιρικού αποδέκτη και επομένως η επιβάρυνση που επιφέρουν σε αυτόν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα (Σπαρτάλη, Ν.2005).

3.11 ΤΥΠΟΙ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

Η εξαγωγή του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο διαμέσου των αιώνων πραγματοποιείτο με τον κλασικό-παραδοσιακό τύπο ελαιοτριβείου (υδραυλικά πιεστήρια). Η ανάγκη όμως αύξησης της δυναμικότητας των ελαιοργικών συγκροτημάτων, της μείωσης του κόστους παραγωγής του ελαιολάδου οδήγησαν στην κατασκευή εξελιγμένων τύπων ελαιοτριβείων, των οποίων η λειτουργία βασίζεται στη χρήση μεικτών και φυγοκεντρικών συστημάτων. Τα πρώτα στάδια της μεθόδου εξαγωγής του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο, δηλαδή το σπάσιμο του καρπού και η μάλαξη της ελαιοζύμης, είναι ίδια και στους τρεις τύπους ελαιοτριβείων. Η διαφορά τους έγκειται στο στάδιο διαχωρισμού του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη.

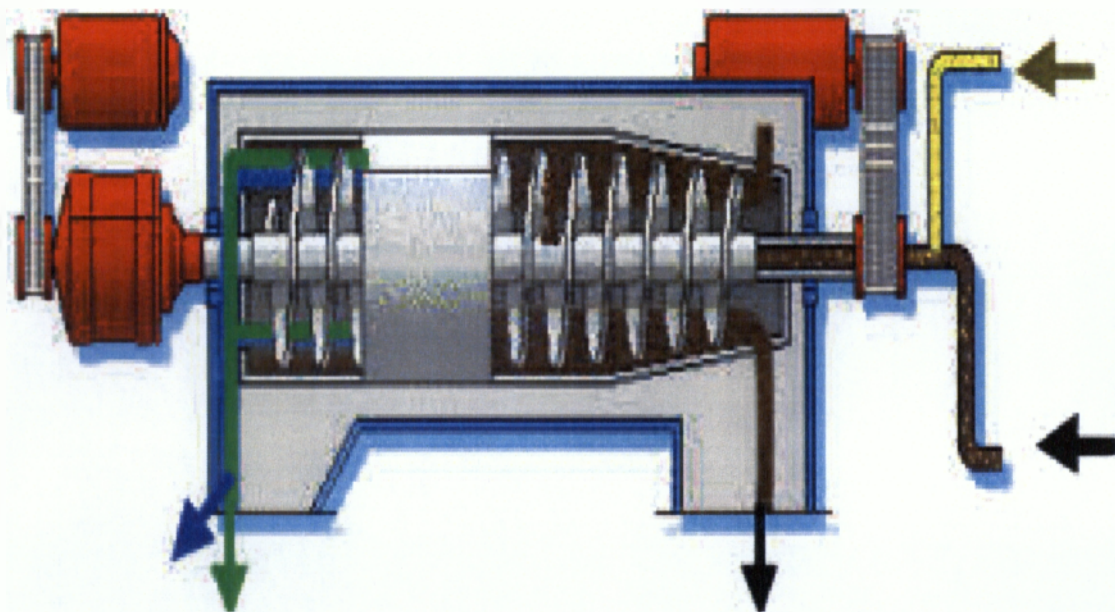
Στα κλασικά-παραδοσιακά ελαιοτριβεία με την εφαρμογή υδραυλικής πίεσης, που ασκείται στην ελαιοζύμη, παραλαμβάνεται γαλάκτωμα ελαίου και νερού (χυμώδης φάση) και ελαιοπυρήνας (ή πυρήνας ή λιοκόκκια) που αποτελείται από το αλεσμένο ενδοκάρπιο και άλλα στερεά υπολείμματα του ελαιοκάρπου όπως το εξωκάρπιο και το σαρκώδες μεσοκάρπιο (Κυριτσάκης 1989). Ο τελικός διαχωρισμός του γαλακτώματος ελαίου και νερού γίνεται με την εφαρμογή πίεσεως σε κάθετο διαχωριστήρα (Hamdi 1992).

Στα μεικτού τύπου ελαιοτριβεία ο διαχωρισμός του ελαιολάδου επιτυγχάνεται αρχικά με την διαδικασία της αποστάλαξης, η οποία βασίζεται στη διαφορά της επιφανειακής τάσης (διαφορετική συνάφεια - *Sinolea*) μεταξύ φυτικών υγρών και ελαίου και στο ειδικό βάρος αυτών (φυγοκέντρωση-decanter). Κατά τη μέθοδο κατεργασίας του ελαιοκάρπου, η ελαιοζύμη, μετά τη μάλαξη, οδηγείται στους ελαιοδιαχωριστήρες, που είναι κατασκευασμένοι από χαλύβδινα πλακίδια, και απαλλάσσεται από τις μεγαλύτερες ποσότητες του ελαιολάδου, που περιέχει, με τη μορφή πολύ μικρών ελαιοσταγονιδίων σε αντίθεση με τα φυτικά υγρά τα οποία σχηματίζουν μεγάλα σταγονίδια και απομακρύνονται (Μπαλατσούρας 1986).

Συγκεκριμένα η ποσότητα του λαδιού, που συγκεντρώνεται σε αυτό το στάδιο επεξεργασίας, φθάνει το 70-80% εξαιτίας της μεγαλύτερης συνάφειάς του με το χάλυβα. Η εξαγωγή του ελαιολάδου, που παραμένει στην ελαιοζύμη, καθίσταται δυνατή με δύο διαδοχικές φυγοκεντρήσεις, προκειμένου να παραληφθεί το καθαρό ελαιολάδο (Κυριτσάκης 1989).

Η πρόοδος των μεθόδων παραγωγής του ελαιολάδου, η οποία έχει συντελεσθεί από το ξεκίνημά τους, είναι σημαντική δεδομένου ότι από το 1970 και μετά έγινε σε μεγάλο ποσοστό η αντικατάσταση των παραδοσιακών συστημάτων ασυνεχούς λειτουργίας από τα φυγοκεντρικά ελαιουργεία τριών 'φάσεων' (three-phase centrifugation system). Βασικό στοιχείο, στο οποίο στηρίζεται η λειτουργία τους, είναι η διαφορά του ειδικού βάρους των συστατικών της ελαιοζύμης (ελαιολάδου, υγρών και στερεών συστατικών). Στα συστήματα αυτά, μετά τη μάλαξη της ελαιοζύμης, πραγματοποιείται φυγοκέντριση δύο σταδίων. Μετά την αραίωση της ελαιοζύμης με ζεστό νερό και τη διοχέτευσή της σε ένα φυγοκεντρητή οριζόντιας διάταξης, ώστε να γίνει ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τον ελαιοπυρήνα και το νερό, ακολουθεί η δεύτερη φυγοκέντριση για την εξαγωγή του καθαρού ελαιολάδου (Boija et al. 1995). Η ποσότητα του νερού, που χρησιμοποιείται στα δύο στάδια διαχωρισμού του ελαιολάδου (decanter), έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Στην προσπάθειά μείωσης των ποσοτήτων των αποβλήτων αυτών, των οποίων η διάθεση έχει πολύ σοβαρές – δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις, εισήχθη, στις αρχές της δεκαετίας του '90, ένα νέο σύστημα διαχωρισμού του ελαιολάδου, το φυγοκεντρικό σύστημα δύο 'φάσεων' (two-phase centrifugation system). Σήμερα χρησιμοποιείται ευρέως κυρίως στην Ισπανία και λιγότερο στην Ιταλία και στην Ελλάδα (Jones et al. 2000).

Έτσι από τις τρεις φάσεις (ελαιολάδο, ελαιοπυρήνας και υγρά απόβλητα) των αρχικών φυγοκεντρικών ελαιοτριβείων στα διφασικά ελαιοτριβεία παράγονται δυο φάσεις, δηλαδή το ελαιολάδο (υγρή φάση) και το ελαιοπυρηνόλυμα (ημιστερεή φάση, στην οποία έχουν ενσωματωθεί ο ελαιοπυρήνας, τα φυτικά υγρά του καρπού και σχετικά περιορισμένες ποσότητες νερού). Στα διφασικά ελαιοτριβεία χρησιμοποιείται μέχρι 75-90% λιγότερο νερό, κάτι που έχει ως συνέπεια την παραγωγή συγκριτικά μικρότερων ποσοτήτων αποβλήτων (ελαιοπυρηνολύματος). Αναλυτικά ο τρόπος λειτουργίας των δυο φυγοκεντρικών ελαιουργικών συστημάτων και η σύγκριση αυτών παρουσιάζεται στο Γράφημα 1 (Albuquerque et al. 2003).



Εικόνα 3.1. Τριφασικός ελαιοδιαχωριστήρας.

- Δεξιά βελάκι πάνω: Νερό
- Δεξιά βελάκι : Ελαιοζύμη
- Αριστερο βελάκι : Υγρή φάση
- Κάτω βελάκι : Οργανική φάση
- Κάτω βελάκι : Ελαιοπυρήνας

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟ

ΤΡΙΩΝ ΦΑΣΕΩΝ	ΔΥΟ ΦΑΣΕΩΝ	
ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΣ 1000KG	ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΣ 1000KG	

Πλύσιμο (με κρύο νερό)		Πλύσιμο (με κρύο νερό)		
Άλεση και μάλαξη (με νερό)		Άλεση και μάλαξη		
Ζεστό νερό 0.6-1.3m	Φυγοκέντρωση	Ελαιοπυρήνα “Otujo” 550 Kg	Φυγοκέντρωση	Ελαιοπυρηνόλυμα “Alreoujo” 800 kg
Νερό <input type="checkbox"/>	Ελαιοδιαχωρισμός (υδάτινο κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου και των νερών που προστίθεται κατά τις φάσεις της πλύσης μάλαξης και διαχωρισμού του ελαιοκάρπου)	Υγρά απόβλητα (ΥΑΕ) 1-1.6 m ³	Ελαιοδιαχωρισμός <input type="checkbox"/>	Υγρά απόβλητα (ΥΑΕ) ≈0.2 m ³
Ελαιολάδο 210 kg <input type="checkbox"/>		Ελαιολάδο 200 kg <input type="checkbox"/>		

Γράφημα 1: Σύγκριση διαδικασίας εξαγωγής ελαιολάδου σε φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία τριών και δύο φάσεων (Alburquerque et al. 2003).

3.12 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

3.12.1 Απόβλητα ελαιοτριβείων τριών φάσεων

Τα υγρά απόβλητα (ΥΑΕ) παράγονται κυρίως από τα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία τριών φάσεων και είναι γνωστότερα ως «λιόζουμα» ή «κατσιγάρος», ενώ στη ξένη βιβλιογραφία αναφέρονται ως Olive Mill Wastewater (OMW) και προέρχονται από το υδάτινο κλάσμα των χυμών του ελαιοκάρπου και του νερού πλύσης, μάλαξης και διαχωρισμού του ελαιοκάρπου. Η σύνθεση του κατσιγάρου εξαρτάται κυρίως από τη μέθοδο παραλαβής του ελαιοκάρπου (Bojja et al. 1993), αλλά επηρεάζεται και από την ποικιλία της ελιάς, τις κλιματολογικές συνθήκες, το στάδιο ωρίμανσης, την κατάσταση θρέψης, την προσβολή από εχθρούς και παθογόνα, από το σύστημα συλλογής και το χρόνο αναμονής του καρπού στο ελαιοτριβείο (Μπαλής και άλλοι 1991). Επιπλέον, τα κύρια φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του ποικίλλουν από ελαιοτριβείο σε ελαιοτριβείο (Bonari 1993).

Ο κατσιγάρος είναι ένα υγρό με σκούρο, θολό χρώμα, όξινο και με χαρακτηριστική οσμή στην οποία συμβάλλουν τα πτητικά οξέα που περιέχει (Moreno et al. 1987). Η τιμή του pH κυμαίνεται από 4 έως 6 (όξινο), παρουσιάζει υψηλή ρυθμιστική ικανότητα και επιφανειακή τάση, περιέχει λεπτά οργανικά τεμαχίδια υπό μορφή αιωρήματος και είναι πλούσιο σε οργανικές ουσίες (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης 1999, 2000). Σε γενικές γραμμές, η περιεκτικότητα σε νερό κυμαίνεται μεταξύ 83% και 94%, σε οργανικές ενώσεις μεταξύ 4% και 16% και σε ανόργανα άλατα μεταξύ 0,4% και 2,5% (Cabreza et al. 1996). Το σύνολο των συστατικών του οργανικού κλάσματος των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων μπορεί να διακριθεί σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- Σε ενώσεις άμεσα διασπώμενες (σάκχαρα, αμινοξέα, οργανικά οξέα).
- Βιοαποδομήσιμα πολυμερή (πρωτεΐνες, ημικυτταρίνες)
- Δυσκόλως βιοαποδομήσιμα συστατικά (πολυφαινολικές ενώσεις, ταννίνες, πηκτίνες, λιπαρές ουσίες) (Πίνακας 1)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)	ΚΥΡΙΕΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	ΑΝΑΦΟΡΕΣ
Νερό (%)	83-92 □		
Σάκχαρα (%)	2.0-8.0	γλυκόζη, μαλτόζη, ραφινόζη, αμυλόζη, σακχαρόζη, κ.α. □	Varquez et al. 1976, Codounis et al. 1983,
Οργανικά οξέα (%)	0.5-1.5	γαλακτικό, γλυκερινικό, κτηρικό, μηλικό, οξαλικό, οξικό, τρυγικό, φουμαρικό □	Niaounakis & Halvadakis 2006
Πηκτίνες, ταννίνες (%)	0.4-1.5		

Πολυαλκοόλες (%)	0.5-1,5	γλυκερόλη	
Πολυφαινόλες(g l-1)	3-24	Φλαβονοειδή : απεγίνινη, κερσετίνη, λουτεολίνη, ρουτίνη Φαινόλες : βανίλλικό, 2,6-διυδροξυβενζοϊκό, βερατρικό, καφεϊκό, κουμαρικό, κινναμικό, πυροκατεχικό, πρωτοκατεχικό, p-υδροξυβενζοϊκό, συριγικό, 3,4,5- τριμεθοξυβενζοϊκό, τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη, φερουλικό, ελαιοευρωπαϊνή, κ.α	Fiestas 1986, Martinez et al. 1986, Varquez et al.1976, Codounis et al. 1983, Niaounakis & Halvadakis 2006 □
Λίπη (g l-1)	0.3-23	Υπολείμματα ελαίου	
Άλατα	5-15	N (g l-1)	Fiestas 1986, Martinez et al. 1986, Niaounakis & Halvadakis 2006. □
	0.3-1.1	P (g l-1)	
	2.7-7.2	K (g l-1) □	
	0.12-0.75	Ca (g l-1)	
	0.10-0.40	Mg (g l-1)	
	0.04-0.90	Na (g l-1)	
PH	4-6 □		
Στερεά ολικά (%)	5.5-17.6		

Το πιο σημαντικό μέρος του οργανικού κλάσματος από ποσοτικής απόψεως, καταλαμβάνουν τα σάκχαρα, ενώ οι πολυφαινόλες και οι λιπαρές ουσίες, μολονότι υποδεέστερες ποσοτικά, από ποιοτικής απόψεως είναι τα πιο σημαντικά συστατικά, διότι σε αυτά οφείλονται οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Οι φαινολικές ενώσεις είναι ευρέως διαδεδομένες στα φυτικά προϊόντα και περιλαμβάνουν, απλές φαινόλες, φαινολικά οξέα, φαινυλο-αλκοόλες και φλαβονοειδή (Niaounakis and Halvadakis 2006).

Το κλάσμα των φαινολών παρουσιάζει ιδιαίτερο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον διότι: περιορίζει το φάσμα και τη δράση των μικροοργανισμών εκείνων που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν και να αποδομήσουν τα άλλα συστατικά, προσδίδει στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι φυτών και ευαίσθητων ζωικών οργανισμών και βιοαποδομείται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες, αλλά σχετικά ολιγάριθμες ομάδες οργανισμών (Perez et al. 1986, Yesilada et al. 1998, Gonzalez et al.1994).

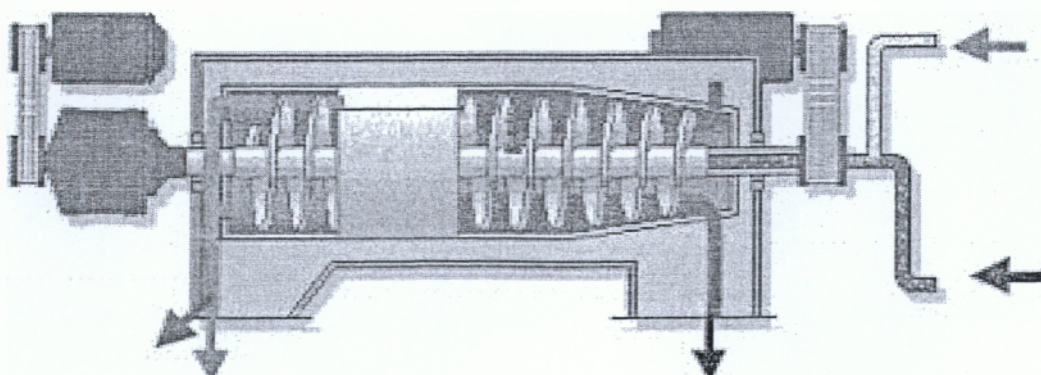
Στον Πίνακα 1, αναφέρονται τα πλέον χαρακτηριστικά από τα φαινολικά συστατικά που έχουν ανιχνευθεί στα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων. Σ' αυτά προστίθενται και πολυμερείς ουσίες καστανόμαυρου χρώματος που σχηματίζονται δευτερογενώς μέσω ενζυμικών αντιδράσεων που αρχίζουν αμέσως από την έκθλιψη του ελαιοκάρπου(Saiz-Jimenez et al.1986).

3.12.2 Απόβλητα ελαιοτριβείων δύο φάσεων

Αξίζει να σημειωθεί ότι και στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει στα ελαιουργεία η εγκατάσταση διφασικών διαχωριστών (ελαιοτριβεία δύο φάσεων), καθώς εκτιμάται ότι η υιοθέτηση τους θα αποτελέσει μια καλή λύση για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, λόγω της μείωση του όγκου των αποβλήτων που παράγονται. Σε αντίθεση όμως με τη διαδεδομένη άποψη, τα ημιστερεά - λασπώδη αυτά απόβλητα μπορεί να είναι μικρότερα σε όγκο, εντούτοις δεν εμφανίζουν μείωση του ρυπαντικού φορτίου αλλά παρουσιάζουν αύξηση της συγκέντρωσης των τοξικών συστατικών τους ανά μονάδα όγκου.

Η κύρια σύσταση του αποβλήτου του διφασικού ελαιοτριβείου (ελαιοπυρηνόλυμα, «alpeorujo») είναι σχεδόν ίδια με τη σύσταση των ΥΑΕ, έχει pH όξινο και περιέχει λίπη, σάκχαρα, πηκτίνες, ταννίνες, κυτταρίνες, πρωτεΐνες, οργανικά οξέα, υδρογονάνθρακες και πολυφαινολικές ουσίες, οι οποίες λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης τους καθιστούν το ελαιοπυρηνόλυμα έντονα φυτοτοξικό και με μεγάλη αντιμικροβιακή δράση (Albuquerque et al. 2003, Ntougias et al. 2006b). Όπως έχει ήδη αναφερθεί το ελαιοπυρηνόλυμα έχει πολύ υψηλή υγρασία (55-70%), ενώ αντίστοιχα τα στερεά απόβλητα των κλασσικών ελαιοτριβείων έχουν υγρασία 20-25% και τα τριών φάσεων 40-45% (Alba et al. 1990). Το γεγονός αυτό δεν επέτρεπε μέχρι πρόσφατα την επεξεργασία του στα υφιστάμενα πυρηνελουργεία με τρόπο τεχνολογικά και οικονομικά αποτελεσματικό. Πρόσφατα όμως, ορισμένα πυρηνελουργεία δέχονται ελαιοπυρηνόλυμα προς επεξεργασία έχοντας αναπτύξει πρόσθετες διαδικασίες ξήρανσης του συγκεκριμένου παραπροϊόντος, οι οποίες προηγούνται χρονικά των συμβατικών σχετικών χειρισμών.

Τα τελευταία χρόνια έχουν σχεδιαστεί πρότυπες μονάδες επεξεργασίας του ελαιοπυρηνολύματος, όπου με φυγοκέντρωση του σε υψηλές ταχύτητες και θερμοκρασίες ('repasso') παραλαμβάνεται το μεγαλύτερο μέρος του λαδιού που περιέχει, ενώ παράλληλα εξάγεται πυρηνόξυλο και ένα νέο λασπώδες απόβλητο. Το τελευταίο είναι δυνατό να αξιοποιηθεί υπό προϋποθέσεις ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ο συγκεκριμένος τρόπος διαχείρισης έχει εφαρμοστεί στην Ισπανία σε πιλοτική κλίμακα). Επίσης διεξάγονται έρευνες διεθνώς για να αναπτυχθούν μεθοδολογίες αξιοποίησης των αποβλήτων αυτών κυρίως με τη βιομετατροπή τους σε οργανικό εδαφοβελτιωτικό υλικό μέσω της θερμόφιλης αερόβιας ζυμώσεως (Jones et al. 2000)



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ ΑΠΟ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑΣ

4.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Γενικά, ως ζωοτροφή, από φυσιολογική σκοπιά, ορίζεται κάθε ύλη η οποία μετά την πρόσληψή της μπορεί να πεφθεί, να απορροφηθεί και να χρησιμοποιηθεί από τον οργανισμό του ζώου.

Ένας πιο πλήρης ορισμός του όρου ζωοτροφή παρέχεται από τον Καλαϊσάκη (1975) σύμφωνα με τον οποίο ζωοτροφή είναι κάθε ύλη φυτικής, ζωικής ή ανόργανης προέλευσης, η οποία παράγεται φυσικά ή τεχνητά και προάγει το φαινόμενο της θρέψης, χωρίς να θίγει την υγεία του ζώου.

Επομένως, οι ζωοτροφές προκειμένου να εκπληρώσουν τον φυσιολογικό τους ρόλο, πρέπει να περιέχουν θρεπτικά συστατικά και να μην περιέχουν βλαπτικούς για την υγεία του ζώου παράγοντες ή αν περιέχουν να βρίσκονται σε ποσότητα που να μην απαγορεύουν τη χρήση τους, ενώ μπορούν να περιέχουν αδρανή συστατικά.

Θρεπτικά συστατικά είναι οι ουσίες που εμπλέκονται στα μεταβολικά φαινόμενα του ζωικού οργανισμού και του επιτρέπουν την εκδήλωση μιας ή περισσοτέρων από τις φυσιολογικές του λειτουργίες. Τα θρεπτικά συστατικά διακρίνονται σε:

- i. Δομικά συστατικά: Περιλαμβάνονται οι υδατάνθρακες, τα λίπη, οι πρωτεΐνες, το νερό και τα μακροστοιχεία. Είναι τα θρεπτικά συστατικά που συμβάλλουν στη διάπλαση των ιστών του σώματος.
- ii. Δυναμικά συστατικά: Περιλαμβάνονται τα ιχνοστοιχεία και οι βιταμίνες. Τα συστατικά αυτά περιέχονται στις ζωοτροφές και στο ζωικό σώμα σε πολύ μικρές ποσότητες, ενώ η φυσιολογική τους δράση χαρακτηρίζεται από δυναμική παρέμβαση στον κυτταρικό μεταβολισμό.

Οι αντιδιαιτητικοί παράγοντες περιλαμβάνουν συστατικά των ίδιων των ζωοτροφών ή το αποτέλεσμα επιμολύνσεων αυτών και μπορεί να είναι τοξικά προκαλώντας προβλήματα στην υγεία του ζώου ή παρεμποδίζουν την

ομαλή εξέλιξη των φαινομένων της θρέψης (π.χ. γλυκοζίτες, αλκαλοειδή, ταννίνες, κτλ).

Τα αδρανή συστατικά είναι ουσίες που μπορεί να περιέχονται στη ζωοτροφή αλλά δεν εμπλέκονται στα φαινόμενα της πέψης των ζώων και επέκταση στις μεταβολικές διαδικασίες του οργανισμού. Υπό αυτές τις συνθήκες δεν έχουν ούτε θετική ούτε αρνητική επίδραση στο ζώο.

Ως πρόσθετες ύλες ζωοτροφών ορίζονται οποιαδήποτε ουσίες οι οποίες προστίθενται στη ζωοτροφή με σκοπό να βελτιώσουν τα διαιτητικά της χαρακτηριστικά ή για να βελτιώσουν την ποσότητα ή την ποιότητα των παραγόμενων κτηνοτροφικών προϊόντων. Οι πρόσθετες ύλες κατατάσσονται σε τέσσερις (4) κατηγορίες:

1. Συμπληρώματα θρεπτικών συστατικών: Περιλαμβάνονται διάφορα θρεπτικά συστατικά που χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα στις ζωοτροφές προκειμένου να τις συμπληρώσουν, είτε λόγω της ανεπάρκειάς τους στην περιεκτικότητα των αντίστοιχων συστατικών είτε λόγω ευαισθησίας αυτών και καταστροφής τους κατά το χρόνο συντήρησης ή κατά τη διάρκεια της ενδεχόμενης επεξεργασίας των ζωοτροφών. Τέτοια συστατικά είναι οι βιταμίνες, οι προβιταμινικές ενώσεις (π.χ. καροτίνη), συστατικά με δράση παρόμοια των βιταμινών, απαραίτητα αμινοξέα, απαραίτητα λιπαρά οξέα και τα διάφορα άλατα ιχνοστοιχείων.

2. Βοηθητικές ουσίες: Ουσίες που προστίθενται στις ζωοτροφές για να βελτιώσουν τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά ή για να βελτιώσουν τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων κτηνοτροφικών προϊόντων. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα αντιοξειδωτικά, γαλακτωματοποιητές, βελτιωτικά της γεύσης των ζωοτροφών, συντηρητικές ουσίες, βελτιωτικά ροής και συγκολλητικές ουσίες. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι διάφορες χρωστικές που χρησιμοποιούνται κυρίως για τη βελτίωση του χρώματος των παραγόμενων κτηνοτροφικών προϊόντων (π.χ. ξανθοφύλλες και φυτικά εκχυλίσματα για τη χρώση της λεκίθου των αυγών).

3. Βελτιωτικά πέψης: Οι ουσίες αυτές αποσκοπούν στην καλύτερη αξιοποίηση των συστατικών της τροφής στο πεπτικό σύστημα των ζώων, συμβάλλοντας στην καλύτερη εκμετάλλευση του σιτηρεσίου και στην αύξηση της παραγωγής του ζώου. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι οξινιστές, τα ένζυμα, τα προβιοτικά και οι αυξητικοί παράγοντες.

4. Προληπτικοί των ασθενειών παράγοντες: : Είναι φαρμακευτικές ουσίες

που χρησιμοποιούνται για την πρόληψη των ασθενειών των ζώων. (π.χ. κοκκιδιοστατικά).

Ο όρος που χρησιμοποιείται προκειμένου να υπάρχει ένα μέτρο αξιολόγησης και εκτίμησης της θρεπτικής αξίας μιας ζωοτροφής είναι η διαιτητική αξία. Η **Διαιτητική Αξία μιας Ζωοτροφής** εκφράζει τον βαθμό στον οποίο η ζωοτροφή αυτή ανταποκρίνεται στην προαγωγή του φαινομένου της θρέψης χωρίς να θίγει την υγεία του ζώου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαιτητική αξία είναι:

1. Η θρεπτική αξία: Εκφράζει το ενεργειακό περιεχόμενο της ζωοτροφής. Όσο μεγαλύτερη είναι η θρεπτική αξία τόσο μεγαλύτερη είναι και η συμβολή της ζωοτροφής στη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ζώου. Επίσης, εάν δεν καλυφθούν οι ανάγκες του ζώου σε ενέργεια, δεν είναι δυνατό να αξιοποιηθούν σε ικανοποιητικό βαθμό όλα τα άλλα θρεπτικά στοιχεία.

2. Η πεπτικότητα της οργανικής ουσίας (ΠΟΟ): Αποτελεί γνώμονα της καταλληλότητας της ζωοτροφής για κάθε είδος ή κατηγορία ζώου. Η ΠΟΟ είναι συνάρτηση του τύπου πέψης του ζώου αλλά και της δομής και της υφής της ζωοτροφής.

3. Η περιεκτικότητα σε αζωτούχες ουσίες: Αποτελεί κριτήριο της διαιτητικής αξίας της ζωοτροφής επειδή ο οργανισμός των ζώων δεν μπορεί να συνθέσει πρωτεΐνες και άλλες απαραίτητες αζωτούχες ενώσεις εάν δεν έχει στη διάθεση του άζωτο.

4. Η περιεκτικότητα σε ορισμένα θρεπτικά συστατικά: Θρεπτικά συστατικά όπως οι Ινώδεις Ουσίες, το ασβέστιο (Ca) και ο φωσφόρος (P), έχουν ευμενή ή δυσμενή επίδραση στη διαιτητική αξία μιας ζωοτροφής ανάλογα με την περιεκτικότητά τους. Για παράδειγμα, το χόρτο των ψυχανθών όταν χορηγείται σε μεγάλες ποσότητες στα ζώα έχει δυσμενή επίδραση στη σχέση Ca:P και κατά συνέπεια στη διαιτητική του αξία.

5. Η παρουσία ειδικών παραγόντων: Διάφοροι τοξικοί παράγοντες υποβιβάζουν τη διαιτητική αξία των ζωοτροφών, ενώ η παρουσία μη ταυτοποιηθέντων παραγόντων την αυξάνει. Στους ειδικούς αυτούς παράγοντες ανήκουν και οι διάφορες χρωστικές ουσίες, οι οποίες στην περίπτωση των ορνίθων ωοπαραγωγής βελτιώνουν την ποιότητα των αυγών και το χρωματισμό της λεκίθου.

6. Η νωπότητα, η καθαρότητα και η ελκυστικότητα: Η νωπότητα βρίσκεται σε στενή σχέση με την ελκυστικότητα. Όταν μειώνεται σημαντικά η νωπότητα μιας ζωοτροφής και κάτω από μη καλές συνθήκες διατήρησης, τότε

συμβαίνουν αλλοιώσεις λόγω της ανάπτυξης μικροοργανισμών με αποτέλεσμα τη μείωση της ελκυστικότητας. Επίσης, η παρουσία ξένων οργανικών ή ανόργανων ουσιών, όπως είναι το χώμα, η σκόνη, κτλ. μειώνει τη διαιτητική αξία.

7. Το ευστόμαγο της ζωοτροφής: Η ιδιότητα αυτή εκφράζεται με την ευνοϊκή επίδραση της ζωοτροφής πάνω στη δραστηριότητα των αδένων του πεπτικού συστήματος καθώς και της μικροχλωρίδας και καθορίζεται, κατά κύριο λόγο, από τη χημική σύνθεση και την υφή της ζωοτροφής.

4.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ

ΑΠΛΕΣ ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ

Απλή ζωοτροφή ορίζεται μια και μόνη ζωοτροφή με τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που έχει ως φυσική ή τεχνητή πρώτη ύλη ή με αυτά που αποκτά μετά από ενδεχόμενη επεξεργασία. Επομένως, απλές είναι όλες οι επιμέρους ύλες που περιέχουν θρεπτικά συστατικά και χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων. Οι απλές ζωοτροφές υποδιαιρούνται σε **χονδροειδείς** και **συμπυκνωμένες**.

Χονδροειδείς ζωοτροφές είναι εκείνες που η μονάδα βάρους τους έχει μεγάλο όγκο και μικρή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Έχουν αποκλειστικά φυτική προέλευση. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής:

□ Αποτελούνται από διάφορα τμήματα των καλλιεργούμενων ή αυτοφυών φυτών (φύλλα, στελέχη, άνθη), κόνδυλοι (γεώμηλα), αποθησαυριστικές ρίζες (τεύτλα), χυμώδεις καρποί κηπευτικών τομάτες, κολοκύθες), χυμώδεις καρποί δένδρων (μήλα, σύκα, κτλ), υποπροϊόντα θεριζοαλωνισμού, κτλ.

□ Χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες, που συνήθως ξεπερνά το 18% της ξηρής ουσίας. Ανάλογα με τον τρόπο συντήρησής τους διακρίνονται σε χλωρές, ενσιρωμένες και ξηρές, ύστερα από φυσική ή τεχνητή αποξήρανση.

□ Οι χονδροειδείς ζωοτροφές παράγονται σε μεγάλες ποσότητες ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους και, κατά κανόνα, έχουν χαμηλό κόστος. Όμως δεν μπορούν να αξιοποιηθούν από όλα τα αγροτικά ζώα παρά μόνο από τα μηρυκαστικά, τα οποία διαθέτουν τους προστόμαχους, όπου με τη βοήθεια των μικροοργανισμών γίνεται διάσπαση των κυτταρινών και ημικυτταρινών των κυτταρικών τοιχωμάτων.

□ Για την καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος, η συμμετοχή των χονδροειδών ζωοτροφών είναι απαραίτητη στο σιτηρέσιο των μηρυκαστικών και σε ποσοστά που κυμαίνονται από 10 μέχρι και 100% της ξηρής ουσίας, ανάλογα με τη διατροφή. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι χονδροειδείς ζωοτροφές είναι απαραίτητες και για τη διατροφή άλλων κατηγοριών ζώων, εκτός των μηρυκαστικών, όπως π.χ. τρυφερό χλωρό ή αποξηραμένο χόρτο για ωτόκες όρνιθες ή για χοιρομητέρες.

Συμπυκνωμένες ζωοτροφές είναι εκείνες που η μονάδα βάρους τους έχει μικρό όγκο και μεγάλη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Έχουν φυτική, ζωική ή ανόργανη προέλευση.

Οι συμπυκνωμένες ζωοτροφές ταξινομούνται με βάση την προέλευσή τους (φυτική ή ζωική) και τα κύρια θρεπτικά τους συστατικά (ενέργεια ή πρωτεΐνη). Τα κύρια χαρακτηριστικά τους σχετίζονται άμεσα με την ταξινόμησή τους.

1. Φυτικής προέλευσης:

- 1.1. Οι Δημητριακοί καρποί** (αραβόσιτος, σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, κτλ) καλλιεργούνται για τους σπόρους τους. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (45 – 70%) και σχετικά μικρή σε αζωτούχες ουσίες (8 – 14%)
- 1.2. Τα Σπέρματα.** Αυτά που προέρχονται από ψυχανθή, είτε χαρακτηρίζονται από την υψηλή περιεκτικότητά τους σε αζωτούχες και λιπαρές ουσίες (π.χ. σπέρματα σόγιας και αραχίδας, αντίστοιχα), είτε από υψηλή περιεκτικότητα σε αζωτούχες ουσίες και υδατάνθρακες (σπέρματα κουκιών, βίκου, λούπινων, κτλ). Τα σπέρματα άλλων φυτών (π.χ. ηλίανθου, λίνου, σησαμιού, κτλ.) περιέχουν υψηλό ποσοστό ιωδών ουσιών λόγω των περιβλημάτων στα οποία περικλείονται

Υποπροϊόντα Γεωργικών Βιομηχανιών: Κύρια προϊόντα είναι τα πίτυρα, τα κτηνάλευρα, οι πλακούντες και τα αλέσματα.

2.Ζωικής προέλευσης:

2.1. Γάλα & υποπροϊόντα επεξεργασίας γάλακτος, είτε νωπό είτε αφυδατωμένο είτε μετά την αφαίρεση του λίπους (άπαχο γάλα) είτε ως τυρόγαλα.

2.2. Κρεατάλευρα & οστεοκρεατάλευρα, τα οποία παράγονται μετά από βρασμό υπό πίεση του σώματος ή μερών του σώματος των ζώων, αφαίρεση του μεγαλύτερου μέρους του περιεχόμενου λίπους, αφυδάτωση και άλεση, ενώ

δεν περιέχουν το δέρμα των ζώων, τις τρίχες ή τα φτερά καθώς και το περιεχόμενο του πεπτικού σωλήνα. Ανάλογα με την αναλογία σάρκας προς οστά διακρίνονται σε κρεατάλευρα και οστεοκρεατάλευρα.

2.3. Ιχθυάλευρα, τα οποία παράγονται από ολόκληρα ψάρια ή από μέρη του σώματος μεγάλων ψαριών.

2.4. Ζωικά λίπη & Έλαια, τα οποία παράγονται κατά την παραγωγή κρεαταλεύρων ενώ τα έλαια κατά την παραγωγή ιχθυαλεύρων.

Σύνθετες ζωοτροφές

Είναι οι ζωοτροφές που προέρχονται από ομοιογενή ανάμειξη δύο ή περισσότερων απλών ζωοτροφών. Τα χαρακτηριστικά των σύνθετων ζωοτροφών προέρχονται από τα χαρακτηριστικά των επιμέρους απλών ζωοτροφών που αναμειγνύονται μεταξύ τους.



4.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ

Η αξιοποίηση και η επαναχρησιμοποίηση αστικών, στερεών αποβλήτων-υποπροϊόντων της γεωργίας και της αγροτοβιομηχανίας αποτελεί μια ενδιαφέρουσα οικονομική και οικολογική λύση για την συνολική διαχείρισή τους στην γεωργία.

Κάθε χρόνο παράγονται στην Ελλάδα από αστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες περίπου οι παρακάτω ποσότητες από υποπροϊόντα-απόβλητα στερεά κατάλοιπα:

Άχυρο δημητρικών: 4-5.000.000 τόννοι

Κατάλοιπα καλλιέργειας-επεξεργασίας βαμβακιού: 1.000.000 τόννοι

Πούλπα ζαχαρότευτλων: 350.000 τόννοι

Φλούδα εσπεριδοειδών χυμοποίησης: 200.000 τόννοι

Στέμφυλα οινοποίησης: 150.000 τόννοι

Απόβλητα ελαιουργείου: 350-500.000 κυβικά μέτρα και

Πυρηνόξυλο: 250.000 τόννοι

Τυρόγαλα τυροκομείου: 200.000 κυβικά μέτρα

Τα παραπάνω υποπροϊόντα-απόβλητα στερεά κατάλοιπα ρυπαίνουν το περιβάλλον και αποτελούν ένα ανανεώσιμο δυναμικό για την επαναξιοποίησή τους στην γεωργία. Παράλληλα κάθε χρόνο γίνεται σπατάλη πολύτιμου συναλλάγματος για εισαγωγή πρωτεϊνούχων Ζωοτροφών και διάφορων εδαφοβελτιωτικών.

Είδος ζωτροφής (Πρώτες ύλες – Πρόσθετα σιτηρεσίων διατροφής αγροτικών ζώων	Χονδρική Τιμή Πώλησης (Αξία) □
1. Σόγια *	420 – 430 €/tn
2. Σογιάλευρο *	600 €/ tn
3. Σογιέλαιο *	250-260€/tn
4. Ιχθυάλευρα * □	270€/tn
5. Καλαμπόκι □	230 – 260€/tn
6. Σιτάρι + Κριθάρι	270€/tn

*Εισαγόμενες Ζωοτροφές

- Πολλά από τα πιο πάνω εισαγόμενα προϊόντα μπορούν να υποκατασταθούν με εγχώρια τεχνογνωσία αξιοποιώντας τα παραπάνω διαθέσιμα στον Ελληνικό και ανανεώσιμα κάθε χρόνο αγροτοβιομηχανικά υποπροϊόντα κατάλοιπα και απόβλητα.
- Σήμερα ο τομέας αυτός (φυτικής προέλευσης ζωοτροφές) μετά τα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί με τις ζωοτροφές ζωικής προέλευσης, αποκτά ιδιαίτερη σημασία και ενδιαφέρον στη ζωική παραγωγή στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

4.3.1 Επαναχρησιμοποίηση και εφαρμογή υποπροϊόντων

Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, έχει επικεντρωθεί, στη επαναχρησιμοποίηση συστατικών αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων ή και την εξαγωγή από αυτά, πολυτίμων συστατικών, τα οποία έχουν σημαντικές εφαρμογές σε πολλές ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή του ελαιόλαδου, όπως προαναφέρθηκε, παράγουν μεγάλες ποσότητες υγρών και στερεών αποβλήτων οι οποίες προκαλούν πολύ μεγάλα προβλήματα σε περιβαλλοντικό επίπεδο. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, υπάρχουν πλέον πολλές εφαρμογές για επαναχρησιμοποίηση των υγρών και στερεών αποβλήτων, κάποιες από τις οποίες ήδη εφαρμόζονται και κάποιες είναι ακόμη σε πιλοτικό ή εργαστηριακό επίπεδο οι οποίες όμως δεν παύουν να είναι πολλά υποσχόμενες, προκαλώντας ενδιαφέρον για την καινοτομία τους. Στις παρακάτω ενότητες, γίνεται αναφορά σε μερικές από αυτές τις εφαρμογές.

4.3.2 Χρήση σαν ζωοτροφή

Η χρήση ελαιοπυρήνας σαν ζωοτροφή, εξαρτάται άμεσα εάν αυτή προέρχεται από διφασικά ή τριφασικά ελαιοτριβεία και από το εάν είναι επεξεργασμένη, αφαιρώντας το υγρό περιεχόμενό της ή αν είναι ακατέργαστη. Η αποξηραμένη ελαιοπυρήνα που προκύπτει από τα τριφασικά φυγοκεντρικά συστήματα, περιέχει

χαμηλή ποσότητα σε πρωτεΐνες (5.5 %) και συνεπώς αποτελεί ζωοτροφή χαμηλής διατροφικής αξίας [97]. Επιπλέον η υψηλή ποσότητα σε φυσικές ίνες (58 %), σε κάλιο και φαινολικές ενώσεις, αποτελούν σημαντικά μειονεκτήματα της χρήσης ελαιοπυρήνας σαν ζωοτροφή, προκαλώντας δυσανεξία και συμπτώματα διάρροιας στους ζωικούς οργανισμούς. Όμως σε πειράματα που έγινε ανάμιξη σε ποσοστό 0, 3 και 6 % ελαιοπυρήνας με συμβατική τροφή για ανάπτυξη κουνελιών, δεν παρατηρήθηκαν πεπτικές δυσκολίες και καμία αλλαγή στην ποιότητα του παραγόμενου κρέατος και στην ανάπτυξη των ζώων.

Έχει επίσης προταθεί η επεξεργασία με καυστικό νάτριο (NaOH) σαν μια προσπάθεια να γίνει η ελαιοπυρήνα περισσότερο εύπεπτη και η προσθήκη άνυδρης αμμωνίας σε μίγμα ακατέργαστης ελαιοπυρήνας και μελάσας (απόβλητο που προκύπτει από την επεξεργασία της ζάχαρης) και η μετέπειτα αποθήκευσή τους σε δεξαμενές από PVC. Η τελευταία μέθοδος, βελτίωσε την θρεπτική αξία της ελαιοπυρήνας, βελτιώνοντας το περιεχόμενό της σε άζωτο. Στην βιβλιογραφία, η αφαίρεση μέρους των κουκουτσιών που περιέχεται στην ελαιοπυρήνα, αναφέρεται ως η πιο οικονομική λύση για την μετατροπή της ελαιοπυρήνας σε μια πιο εύπεπτη και πλούσια τροφή σε ότι αφορά το πρωτεϊνικό και οργανικό περιεχόμενό της

4.3.3 Χρήση σαν λίπασμα

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων, είναι πλούσια σε οργανικό περιεχόμενο, περιέχουν σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών, μετάλλων (3.5 – 11 g/l K₂O, 0.06 – 2 g/l P₂O₅, 0.15 – 0.5 g/l MgO) και ιχνοστοιχείων. Αυτά τα χαρακτηριστικά των OMWW τα καθιστούν κατάλληλα για χρήση τους σαν λιπάσματα, κυρίως στις Μεσογειακές χώρες, αποτελώντας παράλληλα μια οικονομική πηγή ύδατος.

Η χρήση όμως των OMWW σαν λίπασμα, έχει προκαλέσει ποικίλες αντιδράσεις. Πολλές μελέτες αναφέρουν την παρουσία φυτοτοξικών φαινομένων σε περιπτώσεις όπου η άμεση εφαρμογή στο έδαφος γίνει με OMWW που δεν έχει πρώτα υποστεί επεξεργασία. Η τοξικότητα των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων, οφείλεται κυρίως στις υψηλές συγκεντρώσεις μεταλλικών αλάτων, στα χαμηλά επίπεδα pH και στην παρουσία φυτοτοξικών συστατικών όπως οι φαινόλες. Ένα άλλο μειονέκτημα της άμεσης προσθήκης OMWW σαν λίπασμα που

αναφέρεται συχνά στη βιβλιογραφία, είναι ότι προκαλεί διατροφικές αστάθειες, αφού επηρεάζει τον κύκλο αζώτου στο έδαφος λόγω του υψηλού λόγου C/N που περιέχει.

Συγκριτικά πειράματα για την χρήση OMWW το οποίο δεν έχει υποστεί επεξεργασία, διεξήχθησαν για την εφαρμογή τους στο έδαφος και στην ανάπτυξη φυτών γένους *lolium* στη Νότια Ιταλία. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση στην ανάπτυξη των φυτών κατά 18.2 % για το πρώτο έτος και 41.2 % για το δεύτερο, καταδεικνύοντας τη χρήση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων σαν κατάλληλο ενισχυτικό οργανικό λίπασμα.

Η επιφανειακή διάθεση του κατσίγαρου σε ελαιώνες είναι μια πρακτική η οποία όταν εφαρμόζεται σωστά, αποτελεί μια εύκολη, αποτελεσματική και οικονομική λύση στο πρόβλημα της διάθεσής του. Η διάθεση ανά τετραγωνικό μέτρο πρέπει να είναι τέτοια ώστε ο κατσίγαρος να μην εισχωρεί στα πολύ βαθεία τμήματα του εδάφους, όπου η απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου για αερόβια αποδόμηση δεν είναι διαθέσιμη. Αρχικά σε χρονικό διάστημα 20 – 30 ημερών οι φυτοτοξικές φαινόλες αποδομούνται σημαντικά και μειώνεται το οργανικό φορτίο. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι στις αρχές του φθινοπώρου το έδαφος έχει επανέλθει στην αρχική του κατάσταση.

Σε μια μελέτη του ΕΘΙΑΓΕ, μετά από ανάμιξη πυρηνόξυλου με κατσίγαρο και στη συνέχεια με αερόβια ζύμωση, έγινε παραγωγή βελτιωτικού εδάφους και λιπάσματος. Η αξιολόγηση του τελικού προϊόντος έγινε σε φυτά σιταριού, μαρουλιού και τομάτας. Ο δείκτης βλαστικότητας σε σπόρους μαρουλιού, έφθασε σε επίπεδα άνω του 150 δείχνοντας εξαφάνιση της φυτοτοξικότητας και εμφάνιση φυτοδιέγερσης. Αρχικά πειράματα με φυτά εντατικής και μη καλλιέργειας, έδειξαν ότι το κομποστοποιημένο υλικό, όταν αναμείχθηκε με το χώμα σε συγκεκριμένες αναλογίες, ήταν πολύ καλό εδαφοβελτιωτικό και λίπασμα. Το τελικό προϊόν βρέθηκε ότι ήταν απαλλαγμένο από βαρέα μέταλλα και αφλατοξίνες και συνεπώς αποτελεί ένα φυσικό προϊόν με εν δυνάμει μεγάλη εμπορευσιμότητα ενώ ταυτόχρονα συμβάλει στην οριστική λύση του προβλήματος διάθεσης και διαχείρισης των παραπροϊόντων και αποβλήτων των ελαιουργείων, με προφανές όφελος στην ιδιωτική και εθνική οικονομία.

4.4 ΖΩΟΤΡΟΦΗ ΑΠΟ ΦΥΤΙΚΗ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ (ΕΛΑΙΟΠΟΥΛΠΑ)

Σε μία εποχή που η οικονομική κρίση βαθαίνει και άρα απαιτεί την ουσιαστική αξιοποίηση όλων των δυνάμεων, αλλά και των δυνατοτήτων σε όλους τους τομείς, θα πρέπει να εκμεταλλευτούμαι στο έπακρον όλες τις δυνατότητες που μας δίνουν τα προϊόντα μας, και να τα παρέχουμε στην αγορά με όσο τον δυνατόν μέγιστη ποιότητα.

Η υπηρεσία παραγωγής ζωοτροφών εταιρείας στην περιοχή της Κρήτης τα τελευταία χρόνια έχει καταφέρει να "εκμεταλλευθεί" το σύνολο των υποπροϊόντων της ελιάς μετατρέποντας μέρος της πυρήνας σε ένα είδος ζωοτροφής με υψηλή θρεπτική αξία για τα ζώα. Η <<ελαιόπουλπα>> δηλαδή το προϊόν που παράγεται από την ελαιόπιτα, μετά από σχετική επεξεργασία. Πρόκειται, δε, για τη μοναδική μονάδα σε ολόκληρη τη χώρα που κάνει αυτή τη διαδικασία.

4.4.1 Διαδικασία επεξεργασίας <<ελαιόπουλπας>>

Με την έξοδο της εκχυλισμένης ελαιοπυρήνας (πυρηνόξυλου) από τους εκχυλιστήρες και υπό την προϋπόθεση αυτή να προέρχεται από φρέσκια καλής ποιότητας ελαιοπυρήνας αυτή οδηγείται στη μονάδα διαχωρισμού με σκοπό να διαχωριστεί στα δύο μέρη από τα οποία αποτελείται το ξύλο και την ψίχα (πούλπα).

Στη μονάδα διαχωρισμού η εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα περνά από ξηραντήριο ούτως ώστε να απαλλαγεί από την υγρασία που έχει λόγω παρουσίας ατμών καθώς και από κατάλοιπα του διαλύτη που ενδεχομένως να περιέχει, και μετά διαχωρίζεται στο ξύλο και στην ψίχα. Η ψίχα στη συνέχεια πρεσάρεται σε μορφή συμπήκτων (πετελτζ) και επειδή σε αυτή περιέχεται σημαντική ποσότητα λαδιού, για να μην γίνουν αλλοιώσεις κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης προστίθενται στο πρεσάρισμα και αντιοξειδωτικά.

Η ψίχα (πούλπα) είναι σύμφωνα με τις αναλύσεις και την πράξη μια εξαιρετικής αξίας ζωοτροφή, το, δε, ξύλο μια επίσης εξαιρετικής αξίας καύσιμη ύλη. Με την περιγραφόμενη επεξεργασία στόχος είναι να γίνει απόλυτη εκμετάλλευση των παραπροϊόντων της ελιάς σε όσον το δυνατόν υψηλότερη προστιθέμενη αξία.

4.4.2 Διατροφική αξία <<ελαιόπουλπας>>

Η προσπάθεια αυτή ξεκίνησε πριν 6, 7 χρόνια και σε πλήρη εφαρμογή τα 4 τελευταία χρόνια. Ύστερα από συνεχές και εκτενείς ελέγχους ψάχνοντας για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και μετά από χρήσεις σε πειραματικό επίπεδο διαπιστώσαμε ότι δεν προκύπτει κανένα πρόβλημα στο μεταβολισμό των ζώων. Γίνεται κατηγοριοποίηση. Άλλο ποσοστό χρησιμοποιείται στα μηρυκαστικά ανάλογα με την ηλικία τους και άλλο ποσοστό στην κονικλοτροφία. Εκεί που είναι αποτρεπτικό να χρησιμοποιηθεί λόγω της περιεκτικότητας σε ινώδες ουσίες είναι στην πτηνοτροφία και λόγω της περιεκτικότητας του λίπους και των ινωδών ουσιών στην χοιροτροφία.

Η ποιότητα των ζωοτροφών έχει διατηρηθεί στα ίδια επίπεδα και ίσως σε κάποιες περιπτώσεις έχει γίνει καλύτερη, γιατί γίνεται περιορισμένη προσθήκη και όχι αλόγιστη. Διατροφικά η ενέργεια που έχει η ελαιόπιτα κυρίως στα μηρυκαστικά είναι εφάμιλλη των δημητριακών καρπών και προσομοιάζει του καλαμποκιού.

Πειραματική εκτροφή σε αμνούς με φυράματα τα οποία περιείχαν 20% ελαιοπούλπα δεν έδειξε διαφορά στην ανάπτυξη των ζώων και στην ποιότητα του παραγόμενου κρέατος σε σχέση με τις ομάδες ελέγχου. (47)

Επίσης σημαντικό είναι να τονισθεί, ότι σε πειραματική χορήγηση ζωοτροφής, η οποία περιείχε 5% ελαιοπούλπα σε κουνέλια, παρατηρήθηκε βελτίωση της μη ειδικής ανοσολογικής και οξειδωτικής κατάσταση των ζώων η οποία αποδόθηκε στην υψηλή περιεκτικότητα αντιοξειδωτικών συστατικών στην ελαιοπούλπα.

Στα κουνέλια που χορηγήθηκε ελαιοπούλπα, η οποία είχε υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, έλαιο οξύ και χαμηλά υπεροξειδία, παρατηρήθηκε βελτίωση της φυσικής ανοσίας, αντίθετα, σε αυτά που χορηγήθηκε ζωοτροφή της οποίας η περιεχόμενη ελαιοπούλπα ήταν με χαμηλή συγκέντρωση σε πολυφαινόλες και ελαικό οξύ και υψηλής συγκέντρωσης σε υπεροξειδία, παρατηρήθηκε, δυσκολία των ζώων στην εξουδετέρωση μολυσματικών παραγόντων και υψηλότερη ευαισθησία σε ασθένειες. (44)

Η σύνθεση της ελαιοπυρήνας, επιτρέπει την χρήση της ως μια αξιόλογη πηγή διατροφής για όλα τα ζώα. Ωστόσο, η υψηλή περιεκτικότητά σε μη αξιοποιήσιμες φυτικές ίνες και σε μη εύληπτες από τα ζώα ουσίες, περιορίζουν την δυνατότητα

εισαγωγής μη επεξεργασμένης ελαιοπυρήνας σε ζωοτροφές, στο ποσοστό του 15-20%. Εισαγωγή μεγαλύτερου ποσοστού συνοδεύεται από απώλειες σε βάρος, έξαρση ασθενειών και απώλεια ζώων

4.4.3 Αναβάθμιση της θρεπτικής αξίας της ελαιοπυρήνας με ζύμωση στερεάς κατάστασης.

Η χρήση της ελαιοπυρήνας ως ζωοτροφή περιορίζεται λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, την παρουσία ενώσεων όπως φαινόλες που ενώ έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, καθιστούν την τροφή, όταν βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις μη αποδεκτή από τα ζώα και την υψηλή περιεκτικότητα σε λιγνίνη. Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί, γίνονται προσπάθειες αναβάθμισης της θρεπτικής της αξίας καθώς και του εύληπτου, με ζύμωση στερεάς κατάστασης

Με τον ορισμό ζύμωση στερεάς κατάστασης ορίζεται η ανάπτυξη οργανισμών σε αδιάλυτα στο νερό υποστρώματα απουσία ελευθέρου νερού. Με την αύξηση του ελευθέρου νερού έχουμε σταδιακή μετατόπιση από τη Ζύμωση Στερεάς Κατάστασης στη λασπώδη ζύμωση ημιστερεής κατάστασης και τέλος στην υγρή ζύμωση. Η περιεκτικότητα νερού στη Ζύμωση Στερεάς Κατάστασης κυμαίνεται μεταξύ 10% και 85% ενώ στην υγρή καλλιέργεια αποτελεί το 90 έως 99%.

Οι οργανισμοί που αναπτύσσονται σε συνθήκες Ζύμωσης Στερεάς Κατάστασης ανήκουν σε τρία βασικά είδη, βακτήρια, ζύμες και μύκητες, με τους τελευταίους να προσαρμόζονται ευκολότερα στο περιβάλλον της ΖΣΚ, και να απαιτούν μικρότερες ποσότητες νερού, και χαμηλό pH. Ο μύκητας αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στα στερεά σωματίδια, και παράγει εξωκυτταρικά ένζυμα τα οποία τον βοηθούν να διεισδύσει στα συστατικά του υποστρώματος να το αποδομεί και να το αξιοποιεί ως τροφή

Οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της Ζύμωσης Στερεάς Κατάστασης είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, το pH, και ο αερισμός του υποστρώματος ο οποίος βοηθά και στην διατήρηση της θερμοκρασίας του υποστρώματος σε επιθυμητά επίπεδα.

Ζύμωση στερεάς κατάστασης πραγματοποιούν διάφοροι μύκητες που αποδομούν τα ξυλώδη μέρη των φυτών και προκαλούν την σήψη τους. Σύμφωνα με την βασική ένωση στόχο που διασπούν οι μύκητας αυτοί χωρίζονται στους

- μύκητες καφέ σήψης που διασπούν ημικυτταρίνες και κυτταρίνες με H_2O_2 που έχουν την ικανότητα να παράγουν
- μύκητες μαλακής σήψης που διασπούν τις κυτταρίνες με την δράση ενζύμων

μύκητες λευκής σήψης που διασπούν λιγνίνες, ή και λιγνίνες 'κυτταρίνες, με ένζυμα τα οποία εκκρίνουν.

Η ικανότητα των μυκήτων να διασπούν ενώσεις κυτταρίνης λιγνίνης καθώς και πολυφαινολικές ενώσεις, τα καθιστά εργαλεία για την βιομετατροπή τελικών γεωργικών αποβλήτων σε πολύτιμα προϊόντα για ζωοτροφές και άλλα προϊόντα διατροφής, καθώς και για την βιοαποικοδόμηση οργανικών και βιομηχανικών ρύπων. Για την βιομετατροπή της ελαιοπυρήνας σε ζωοτροφή με την μέθοδο της Ζύμωσης Στερεάς Κατάστασης, γίνονται προσπάθειες αναβάθμισης της θρεπτικής αξίας με μύκητες λευκής σήψης του γένους *Pleurotus sp.*

Το γένος *Pleurotus sp.* είναι μια ομάδα εδώδιμων μανιταριών με φαρμακευτικές ιδιότητες και σημαντικά βιοτεχνολογικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές. Η καλλιέργεια των *Pleurotus sp* είναι μια οικονομικά σημαντική παγκόσμια βιομηχανία τροφίμων η οποία έχει επεκταθεί τα τελευταία χρόνια. Το *P. ostreatus* είναι το τρίτο πιο σημαντικό καλλιεργούμενο μανιτάρια στην παγκόσμια παραγωγή. Θεωρείται τροφή, πλούσια σε πρωτεΐνες, φυτικές ίνες, υδατάνθρακες, βιταμίνες και μέταλλα.

Εκτός από την σημαντική θρεπτική αξία στα είδη του γένους έχουν παρατηρηθεί και σημαντικές φαρμακευτικές ιδιότητες, (αντικαρκινικές, αντιβιοτικές, ανοσοδιεγερτικές). Τα βιοδραστικά μόρια που απομονώνονται από τους διάφορους μύκητες είναι πολυσακχαρίτες. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η χρήση ειδών του γένους *Pleurotus sp* για την αναβάθμιση ελαιοπυρήνας, εκτός από την ενίσχυση σε πρωτεΐνες την μείωση των ανεπιθύμητων φαινολικών ενώσεων και την διάσπαση των πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος, είναι δυνατόν να εμπλουτίσει την ζωοτροφή, με βιοδραστικούς παράγοντες που θα επιδρούν θετικά στην υγεία των ζώων.

Στην Ελλάδα υπάρχει σημαντική καλλιέργεια του είδους *Pleurotus ostreatus*, γεγονός που καθιστά την χρήση του είδους σε μεγάλη κλίμακα ικανή να απορροφά για βιομετατροπή μεγάλες ποσότητες τελικών γεωργικών προϊόντων. Η χρήση του είδους στην βιομετατροπή της ελαιοπυρήνας, συνδέει μεταξύ τους, τρεις

παραγωγικούς κλάδους, ελαιοπαραγωγή, μανιταροπαραγωγή και κτηνοτροφία, προσδίδοντας στον κάθε έναν σημαντικά οφέλη. Η ελαιοπαραγωγή διαθέτει τα προβληματικά απόβλητα, η μανιταροπαραγωγή αξιοποιεί ένα χαμηλού κόστους υπόστρωμα καλλιέργειας και η κτηνοτροφία έχει στην διάθεση της ποιοτικές ζωοτροφές ενισχυμένες και με βιοδραστικούς παράγοντες.

Ανακεφαλαιώνοντας η σύνθεση της ελαιοπυρήνας είναι :

- ολική πρωτεΐνη 5,5%
- ολικά λιπαρά 3,5%
- διαλυτούς υδατάνθρακες 20%
- σημαντική ποσότητα λιγνίνης
- πολυφαινολικές ενώσεις

Μετά από την εφαρμογή ΖΣΚ με *Pleurotus ostreatus* έχουμε:

- αύξηση της ολικής πρωτεΐνης σε 7% ‘ 29%
 - μείωση πολυφαινολικων ενώσεων έως και 90%
 - μείωση της λιγνίνης
- εμπλουτισμός του υποστρώματος με βιοδραστικές ουσίες

Η τεχνική αναβάθμισης της ελαιοπυρήνας ως ζωοτροφή, περιλαμβάνει, την επώαση ειδών του γένους *Pleurotus* σε υπόστρωμα με ελαιοπυρήνα αναμειγμένη με διάφορες συμβατικές ζωοτροφές (δηλαδή, πίτουρο σιταριού, πίτουρα σίτου, κριθαριού, με κατακόκκινο τριφύλλι, σιτάρι υπολείμματα αλεύρων), σε αναλογία έως και 25% κατά βάρος υποστρώματος. Η διαφοροποίηση του υποστρώματος, εξαρτάται και από τον χρόνο επώασης, η παραπάνω διαφοροποίηση επέρχεται μετά από επώαση 6 εβδομάδων που αντιστοιχεί σε εφαρμογή Ζύμωσης Στερεάς Κατάστασης για 6 εβδομάδες

Σημαντικό ρόλο στην τελική διαφοροποίηση του υποστρώματος παίζει το είδος της συμβατικής ζωοτροφής με την οποία αναμειγνύουμε την ελαιοπυρήνα. (16)

Κατά βάση, στόχος των πειραματικών εφαρμογών της Ζύμωσης Στερεάς Κατάστασης με εδώδιμα μανιτάρια , σε ελαιοπυρήνα, είναι:

- Να διατηρηθούν τα θετικά θρεπτικά της ελαιοπυρήνας
- Να χαμηλώσουν οι συγκεντρώσεις των αρνητικών διατροφικών στοιχείων της ελαιοπυρήνας
- Να βελτιωθεί η πεπτικότητα της ελαιοπυρήνας.

Να προσδώσουμε τα θετικά θρεπτικά συστατικά του μύκητα στην ζωοτροφή
Στις πειραματικές εφαρμογές Ζύμωσης Στερεάς Κατάστασης σε ελαιοπυρήνα μελετώνται:

- Τα είδη των μανιταριών με τα οποία πετυχαίνεται το καλύτερο αποτέλεσμα
- Οι χρόνοι επώασης που απαιτούνται, μέχρι το επιθυμητό αποτέλεσμα.
- Περιεκτικότητα επιθυμητών και ανεπιθύμητων συστατικών κατά την διάρκεια της Ζύμωσης Στερεάς Κατάστασης
- Θετικές, αρνητικές επιδράσεις στα ζώα κατά την εκτροφή τους
- Θετικές, αρνητικές επιδράσεις στα τελικά προϊόντα

4.4.4 Διάθεση ζωοτροφής με ελαιοπυρήνα κατόπιν επεξεργασίας με Ζύμωση Στερεάς Κατάστασης σε ζώα.

Με δεδομένες τις διατροφικές ανάγκες των βοοειδών, την ευεργετική επίδραση ενώσεων που περιέχονται στην ελαιοπυρήνα, καθώς και τα θετικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το κρέας των ζώων, (ως το τελικό προϊόν), έγιναν πειράματα με σκοπό να διερευνηθεί η ικανότητα του εδώδιμου μανιταριού *Pleurotus ostreatus* να αλλάζει τα χαρακτηριστικά της ελαιοπυρήνας, με τρόπο που να την καθιστά κατάλληλη για την διατροφή αυτών των ζώων και παράλληλα να ενισχύει τους θετικούς παράγοντες και να μειώνει τους αρνητικούς, (20).

Για τις ανάγκες του πειράματος δημιουργήθηκαν υποστρώματα ανάπτυξης *Pleurotus ostreatus* των οποίων η σύνθεση ήταν 10% ελαιοπυρήνα και 90% άχυρο σίτου. Τα υποστρώματα εμβολιάστηκαν με τον μύκητα και επώασθησαν στους 28° C, για 28 μέρες. Με βάση τρεις διαφορετικές ποιότητες ελαιοπυρήνας, αναπτύχθηκαν τρεις διαφορετικές πειραματικές σειρές.

Κατά την διάρκεια του πειράματος, σε τακτά χρονικά διαστήματα γινόταν ανίχνευση του βαθμού υποβάθμισης της συγκέντρωσης των πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος και των φαινολικών ενώσεων, της εξέλιξης της συγκέντρωσης, των ολικών πρωτεϊνών, καθώς και των ολικών λιπαρών και οι αλλαγές στο προφίλ τους. Επίσης, γινόταν μέτρηση της συγκέντρωσης των λιποδιαλυτών ενώσεων, τοκοφερόλης, σκουαλενίου και β-σιτοστερόλης που

προσθέτουν στην τροφή, ανποξειδωτικές, ανοσοενισχυτικές και αντιαθηρογόνες

Πρωτεΐνες. Οι ολικές πρωτεΐνες αυξήθηκαν στις δύο από τις τρεις πειραματικές σειρές. Οι μετρήσεις πριν την επώαση και κατά την 14^η μέρα επώασης δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Εξέλιξη κατά την διάρκεια της επώασης, της συγκέντρωσης της ολικής πρωτεΐνης		
	Πριν την επώαση	14 ^η μέρα επώασης
1 ^η πειραματική κατάσταση	5,29%	7,19%
2 ^η πειραματική κατάσταση	4,87%	4,87%
3 ^η πειραματική κατάσταση	4,87%	6,13%

Η αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη με την πάροδο του χρόνου οφείλεται στη συσσώρευση των μυκητιακής βιομάζας.

Λιγνίνη. Η συγκέντρωση της λιγνίνης μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου της επώασης. Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται οι τιμές του κοντρόλ και των τριών πειραματικών καταστάσεων την 14^η και την 28^η μέρα.

Εξέλιξη κατά την διάρκεια της επώασης, της συγκέντρωσης της λιγνίνης				
	κοντρόλ	14 ^η μέρα επώασης	28 ^η μέρα επώασης	Διαφορά Κοντρόλ με 28 ^η μέρα
1 ^η πειραματική κατάσταση	15,57%	14,62%	11,88%	3,69%
2 ^η πειραματική κατάσταση	16,29%	14,22%	10,92%	5,37%
3 ^η πειραματική κατάσταση	17,26%	12,31%	10,27%	6,99%

Η διάφορα στην μείωση της λιγνίνης ανάμεσα στις τρεις πειραματικές καταστάσεις, πιθανόν να οφείλεται στην διαφορετική προέλευση της ελαιοπυρήνας σε κάθε πειραματική κατάσταση.

Ολικά λιπαρά Η συγκέντρωση των λιπαρών μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου της επώασης. Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται οι τιμές.

Εξέλιξη κατά την διάρκεια της επώασης, της συγκέντρωσης των ολικών λιπαρών		
	Πριν την επώαση	14 ^η μέρα επώασης
1 ^η πειραματική κατάσταση	12,57%	5,17%
2 ^η πειραματική κατάσταση	15,00%	8,35%
3 ^η πειραματική κατάσταση	13,89%	5,23%

Δεδομένου ότι τα λιπαρά της ελαιοπυρήνας είναι αξιοποιήσιμα από τα ζώα και επιπλέον το έλαιο είναι διαλύτης για πολλές χρήσιμες ουσίες, η μείωση τους κατά την διάρκεια της επώασης δεν είναι επιθυμητή. Επιπροσθέτως, φαίνεται ότι η αποικοδόμηση των λιπαρών παίρνει προτεραιότητα από την αποδόμηση της λιγνίνης, η οποία μεταφέρεται σε μεταγενέστερο στάδιο, ανάλογα με την πτώση της συγκέντρωσης των ελαίων. Αυτό αποτελεί ένα προς επίλυση πρόβλημα στην επεξεργασία της ελαιοπυρήνας με ΖΣΚ, το οποίο είναι δυνατόν να επιλυθεί με την εφαρμογή ΖΣΚ, από είδη, ή στελέχη με μεγαλύτερη λιγνολυτική ικανότητα.

Τοκοφερόλη - σιτοστερόλη,- σκουαλένιο Η συγκέντρωση των τοκοφερολών και του σκουαλενίου , μειώθηκαν κατά την διάρκεια της επώασης, η συγκέντρωση της β' σιτοστερόλης παρέμεινε σταθερή.

Πολυφαινόλες. Η συγκέντρωση των πολυφαινολικών ενώσεων μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου της επώασης. Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται οι τιμές.

Εξέλιξη κατά την διάρκεια της επώασης, της συγκέντρωσης των πολυφαινολικών ενώσεων		
	Πριν την επώαση	14 ^η μέρα επώασης
	mg/gr	mg/gr
1 ^η πειραματική κατάσταση	17,69	6,14
2 ^η πειραματική κατάσταση	18,68	7,11
3 ^η πειραματική κατάσταση	17,78	7,21

Σύμφωνα με τα παραπάνω, με την ΣΖΚ η ελαιοπυρήνα μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου όγκου των πολυφαινολικών ενώσεων , γίνεται πιο εύληπτη από τα ζώα, ενισχύεται με πρωτεΐνη, μειώνετε η συγκέντρωση της λιγνίνης, αλλά ελαττώνετε η συγκέντρωση των λιπαρών τα οποία στην προκειμένη περίπτωση είναι επιθυμητά. Επίσης μειώνετε και η συγκέντρωση ωφέλιμων ουσιών όπως οι τοκοφερόλες και το σκουαλένιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5.1 ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γενικά τα υποπροϊόντα της ελαιοκομίας λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πολυφαινολικές ενώσεις και τανίνες είναι δύσκολο να διοχετευθούν στο περιβάλλον διότι εκτός της πρόκλησης, οργανικής ρύπανσης, είναι δυνατόν να λειτουργήσουν και φυτοτοξικά. Ο ελαιοπυρήνας, (σε διάφορες μορφές του), είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή, η χαμηλή όμως περιεκτικότητά σε πρωτεΐνες, σε συνδυασμό με την υψηλή περιεκτικότητα, που προαναφέρθηκε, σε πολυφαινολικές ενώσεις και τανίνες, περιορίζουν την δυνατότητα της χρήσης του μόνο στα μηρυκαστικά, ως περιορισμένο πρόσθετο συστατικό στην τροφή τους.

Η δυνατότητα διεύρυνσης της διαθεσιμότητας του ελαιοπυρήνα, στην εκτροφή των ζώων τον καθιστά από υποπροϊόν, πρώτη ύλη στην παραγωγική διαδικασία. Αν λάβουμε υπόψη ότι πρακτικά το 100% της σόγιας και των ιχθυάλευρων είναι εισαγόμενα καθιστά την μερική η ολική αντικατάσταση των εισαγομένων ζωοτροφών με παραπροϊόντα της Γεωργίας και Αγροτοβιομηχανίας όπως η ελαιοπυρήνα ζωτικής σημασίας στην σύγχρονη ζωική παραγωγή και με σημαντικό όφελος στην Εθνική οικονομία. Ενισχυτικό αυτής της άποψης είναι το γεγονός ότι στην Ελλάδα εισάγονται περίπου 2.000.000 τόνοι συνθετικών ζωοτροφών με περιεκτικότητα σε σόγια 30-40% συνολικής αξίας πάνω από 400 εκατομμύρια Ευρώ (τιμή Σόγιας 530 Ευρώ / τόνος, στοιχεία ΥΑΑ&Τ, Δ/ση Εισροών Ζωικής Παραγωγής),

Η διαφοροποίηση των αρνητικών χαρακτηριστικών του ελαιοπυρήνα, που τον καθιστούν δυσπρόσιτη τροφή για τα ζώα, είναι δυνατόν να επιτευχθεί μέσω βιομετατροπής από τον μύκητα *Pleurotus ostreatus*, Αυτό είναι εφικτό γιατί ο μύκητας έχει την ικανότητα να διασπά και να αξιοποιεί ως τροφή τις πολυφαινολικές ενώσεις και τα λιγνοκυτταρινούχα συστατικά που περιέχει ο ελαιοπυρήνας και παράλληλα να αποδίδει περισσότερη ολική πρωτεΐνη. Έτσι χρησιμοποιώντας τον ελαιοπυρήνα ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη του μύκητα, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, θα έχουμε ένα υπόστρωμα με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και λιγνοκυτταρινούχα συστατικά και με πολύ υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες.

Τα νέα αυτά χαρακτηριστικά του νέου προϊόντος που θα προκύψει διευρύνουν την διαθεσιμότητα του ελαιοπυρήνα ως ζωοτροφή για τους εξής λόγους:

α. Αυξάνεται η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

β. Μειώνεται η συγκέντρωση λιγνοκυτταρίνης και ινωδών ουσιών.

γ.. Αυξάνεται η περιεκτικότητα σε βιταμίνες, ένζυμα, αυξητικούς και βιοδραστικούς παράγοντες.

δ. Αυξάνεται η πεπτικότητα και ευληπτότητα του τελικού προϊόντος

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Θεοχάρης, Γ. (1992). Πύργος Ηλείας.
- Κυριτσάκης, Α., (1988). Το ελαιόλαδο. Θεσσαλονίκη
- Κυριτσάκης, Α., (1996). Το ελαιόλαδο. Παραλαβή, Ιδιότητες, Ποιοτικές Κατηγορίες. Γεωργία και Κτηνοτροφία, (5):136-142.
- Μιχελάκης και Κουτσαυτάκης, (1989). <<Απόβλητα ελαιουργείων. Δυσκολίες και προοπτικές για την αντιμετώπιση του προβλήματος>>. Πρακτικά Ημερίδας, Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων, ΓΕΩΤΕΕ/Π.Κρήτη, 31 μαρτίου 1989, Ηράκλειο.
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ., (1986) Το ελαιόλαδο. Α΄ και Β΄ Τόμος. Αθήνα.
- Μιχελάκης, Ν., (2000). Απόβλητα ελαιουργείων-Οικονομική εφικτότητα των μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων. Ελαιοκομία-αφιέρωμα. Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία, 150-157.
- Οιχαλιώτης Κ. και Ζερβάκης Γ., (2003-2004). Επεξεργασία των παραπροϊόντων των ελαιουργείων δύο και τριών φάσεων. Ινστιτούτο Ελαίας και Οπ/κων Καλαμάτας Ελιά και Ελαιόλαδο, Τεύχος 14, Δεκεμβρίου 2003-Ιανουάριος 2004, σελ.52-59.
- Σπαρτάλη, Ν., (2005). <<Συμπεριφορά υγρών αποβλήτων ελαιουργείων σε πετρώματα διαφόρου λιθολογίας>>. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Χανιά Κρήτης.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alburquerque, J.A., Gonzalvez, J., Garcia, D and Gegarra j., (2004). Agrochemical characterization of alperujo, a solid by-product of two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresource Technology* 195-200.
- Bonari, E., Macchia, M., Angelini, L.G and Ceccarini, L., (1993). The wastewaters from olive oil extraction: their influence on the germinative characteristics of some cultivated and weeds species. *Agricoltura Mediterranea* 273-280
- Borja-Padilla, R., Alba-Mendoza, J. and Banks, C.J., (1995). Activated sludge treatment of wash waters derived from the purification of virgin olive oil in a new manufacturing process. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 25-30.
- Cabrera, F., (1996). The problem of the olive oil wastes in Spain: Treatment or recycling? *Mediterranean Conf. on Organic Waste Recycling in Soils, Vieste, Italy*, 1117-1125.
- Gonzalez-Lopez, J., Bellido, E. and Benitez, C., (1994), Reduction of total polyphenols in olive mill wastewaters by physico-chemical purification. *Journal of Environmental Science Health Part A*, 851-856.
- Hamdi, M., (1992). Toxicity and biodegradability of olive mill waste waters in batch anaerobic digestion, *Applied Biochemistry and Biotechnology* 155-163
- Hartmann, H.T and Oritz, K.W., (1997). Olive production in California. Division of Agricultural Sciences, University of California Leaflet.

- Hartmann, H.T., (1962). Olive growing in Australia. *Econ. Bot.* 16:31.
- Herrera Gomez, C., (1975). Mechanical properties of ground olive pastes. In *Olive Oil Technology*. Moreno Martinez, J.M., Editor. FAO, Rome.
- Hurley, J., (1919). The tree, the olive, the oil in the old and new world. Trustee Albany College of pharmacy, Trustee of Ray Rock, Tubercular Sanitarium Member State of Pharmacy.
- Kiritsakis, A., (1998). Olive oil from the tree to the table second edition, Food and Nutrition Press Inc., Trumbull, Conn, USA.
- Martinez, J., Perez, J., Moreno, E. and Ramos-Carnezana, A., (1986). Incidencia del efecto antimicrobiano Del alpenchin en su posible aprovechamiento. *Grasas y Acetias*, 215-223
- Mendoza Alba, J., (1975). Milling-Melaxation. In *Olive Oil Technology*. Moreno Martinez, J.M., Editor. FAO, Rome.
- Regazi, E. and Veronesse, G. (1967). Ricerche Sui constituent idrosolubili delle olive. *Annual Chimie*, 1398-1413.
- Sainz-Jimenez, C., Gomez-Alarcon, G., (1986). Effects of vegetation water on fungal microflora. In international symposium on olive by-products valorization, FAO, Madrid, Spain

Web Links

- <http://www.foodbites.eu>
- <http://epoptes.wordpress.com>
- www.oliveoilsource.com
- <http://www.genosa.com/nytolive/>
- www.handbookifinet/handbook
- <http://www.ebz.gr>
- <http://www.anatolh.com>
- <http://www.deepdure.com> (20)
- <http://www.sciencedirect.com/showpub> (16)
- <http://www.aspajournal.it> (47)
- <http://www.researchgate.net> (44)