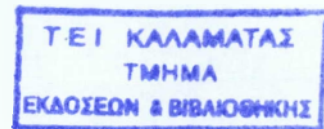


ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ

**«ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»**



Σπουδαστής: Ξουζάνιακ Χρήστος
Επιβλέποντες Καθηγητές: Λιναρδόπουλος Χρήστος
Δημητρακόπουλος Άγγελος

Καλαμάτα 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	σελ.5
---------------	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ

1.1 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	σελ.6
1.2 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ.....	σελ.7
1.3 ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ	σελ.8
1.4 ΑΛΕΣΗ.....	σελ.8
1.5 Η ΜΑΛΑΞΗ	σελ.10
1.6 ΠΙΕΣΗ.....	σελ.12
1.6.1 Διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά	σελ.14
1.6.2.Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδραυλικών πιεστηρίων	σελ.15
1.7 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ.....	σελ.16
1.7.1 Φυγοκεντρικό ελαιοτριβείο τριών φάσεων	σελ.16
1.7.1.1 Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά.....	σελ.19
1.7.1.2 Γενικά σχόλια για το φυγοκεντρικό σύστημα τριών φάσεων	σελ.20
1.7.2 Φυγοκεντρικό ελαιοτριβείο δυο φάσεων	σελ.20
1.7.2.1 Διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά	σελ.22
1.7.2.2 Γενικά σχόλια για το φυγοκεντρικό σύστημα δύο φάσεων	σελ.23
1.8. ΣΥΝΑΦΕΙΑ	σελ.23
1.9.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΑ ΚΛΑΣΙΚΑ	σελ.25
1.10 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	σελ.26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

DECARTER (ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ)

2.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	σελ.28
2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ.....	σελ.29
2.2.1 Εξωτερική περιγραφή του διαχωριστήρα.....	σελ.29
2.2.2 Βασικά εξαρτήματα του δοχείου έκχυσης	σελ.29
2.3 ΙΚΡΙΩΜΑ	σελ.30
2.4 ΤΥΜΠΑΝΟ	σελ.31
2.5 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	σελ.33

2.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ	σελ.33
2.7 ΑΤΕΡΜΟΝΑΣ ΚΟΧΛΙΑΣ.....	σελ.33
2.7.1 Φθορά του ατέρμονα	σελ.33
2.8 ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΙ ΙΜΑΝΤΕΣ	σελ.34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

SEPARATOR (ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΕΣ ΜΕ ΔΙΣΚΟΥΣ)

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.37
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ	σελ.37
3.2.1 Αρχές λειτουργίας του διαχωριστή	σελ.38
3.2.2 Διαχωρισμός μέσο βαρύτητας	σελ.38
3.2.3 Φυγοκεντρικός διαχωρισμός.....	σελ.39
3.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ	σελ.40
3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	σελ.40
3.4.1 Περιγραφή	σελ.41
3.5 ΤΟΜΕΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	σελ.41
3.6.ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	σελ.42
3.7.ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΕΜΒΟΛΟΥ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ.....	σελ.44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΥΤΩΝ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	σελ.47
4.2 ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑΣ.....	σελ.48
4.2.1 Το πυρηνέλαιο	σελ.50
4.2.1.1 Στάδια επεξεργασίας της ελαιοπυρήνης	σελ.51
4.2.1.2 Πυρηνόξυλο - εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα	σελ.57
4.2.1.3 Ελαιάλευρο εκχύλισης	σελ.59
4.2.2 Μηχανική επεξεργασία.....	σελ.60
4.2.3 Βιολογική επεξεργασία.....	σελ.60
4.2.4 Θερμική επεξεργασία.....	σελ.62
4.2.5 Χρησιμοποίηση ως ζωοτροφές.....	σελ.62
4.3 ΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΚΛΑΔΙΣΚΟΙ.....	σελ.63
4.3.1 Επεξεργασία ελαιόφυλλων για παραγωγή compost	σελ.63

4.4 ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟΥ (Υ.Α.Ε.)	σελ.65
4.4.1 Όγκος και σύσταση των φυτικών υγρών (κατσίγαρου)	σελ.65
4.4.2 Μέθοδοι διαχείρισεως	σελ.67
4.4.2.1 Παροχέτευση σε εδάφη χέρσα ή καλλιεργημένα.....	σελ.68
4.4.2.2 Παροχέτευση των υγρών αποβλήτων σε επιφανειακά νερά και στη θάλασσα	σελ.72
4.4.2.3 Φυσικοχημικές τεχνικές.....	σελ.73
4.4.2.4 Βιοκατεργασία των υγρών αποβλήτων με σκοπό την παραγωγή ενζύμων, μονοκυτταρικής πρωτεΐνης κ.τ.λ.....	σελ.75
4.4.2.5 Αναερόβια ζύμωση των υγρών αποβλήτων της ελαιουργίας για την παραγωγή βιοαερίου (βιομεθανοποίηση)	σελ.79
4.4.2.6 Άλλες τεχνικές.....	σελ.80
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ.83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ.85

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρακολούθηση στο εργαστήριο του μαθήματος «Γεωργικά Μηχανήματα», του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής, με οδήγησε στην επιλογή του θέματος της πτυχιακής μου εργασίας, το οποίο είναι «Μηχανήματα επεξεργασίας ελαιοκάρπου και διαχείριση υποπροϊόντων».

Αναφέρω στο πρώτο κεφάλαιο τα μηχανήματα του ελαιοτριβείου, στο δεύτερο αναλύω τον DECARTER (ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑ).

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρω τον SEPARATOR (ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ ΜΕ ΔΙΣΚΟΥΣ).

Στο τέταρτο κεφάλαιο κάνω μια γενική αναφορά των υποπροϊόντων των ελαιουργείων, την αξιοποίηση της ελαιοπυρήνας και τις μεθόδους διαχείρισης υγρών αποβλήτων και τελειώνοντας αναφέρω τα συμπεράσματά μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή εφαρμογών κύριο Λιναρδόπουλο Χρήστο και τον κύριο Δημητρακόπουλο Άγγελο για την βοήθειά τους στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

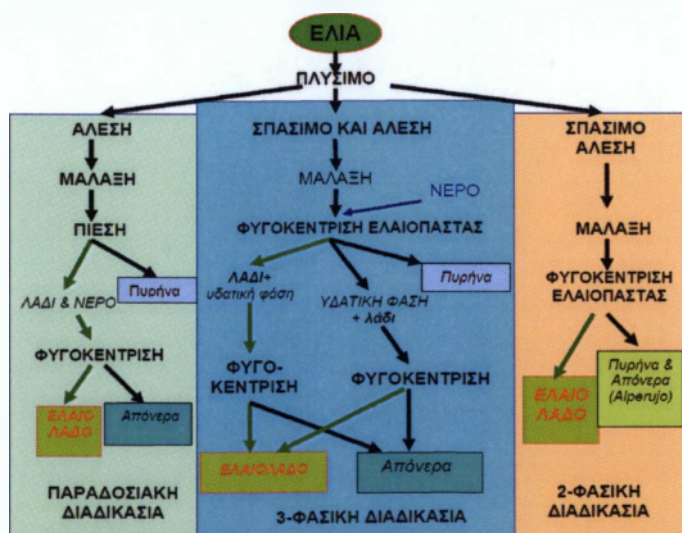
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ

1.1 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

Η μέθοδος που επικρατούσε μέχρι το τέλος τις δεκαετίας του 50 σε όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες ήταν η μέθοδος της πίεσης και ο τύπος του ελαιοτριβείου είχε την ονομασία **κλασικό ελαιοτριβείο**.

Σε αυτή τη διαδικασία μετά την αποφύλλωση και την άλεση του ελαιοκάρπου πραγματοποιείται η μάλαξη της ελαιοζύμης και ο διαχωρισμός πραγματοποιείται με πίεση σε υδραυλικά πιεστήρια και λαμβάνουμε ελαιόλαδο μαζί με τα φυτικά υγρά και ελαιοπυρήνα.

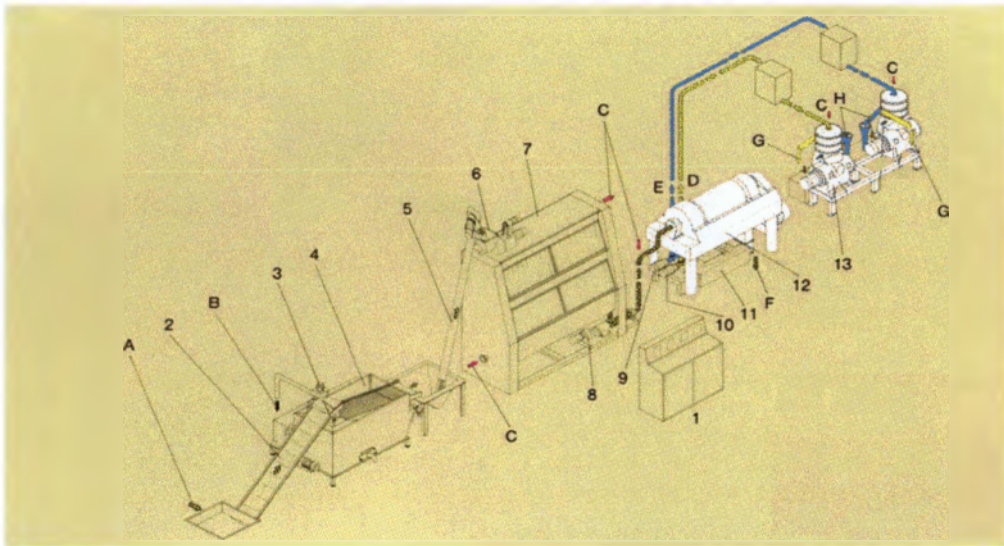
Σήμερα, δύο διαφορετικές διαδικασίες εξαγωγής του ελαιολάδου χρησιμοποιούνται ευρέως, οι οποίες βασίζονται στη φυγοκέντρωση. Τα φυγοκεντρικά συγκροτήματα, ανάλογα με τα προϊόντα που δίνουν στο τέλος της επεξεργασίας, διακρίνονται σε τριών και δύο φάσεων. Τα δύο συστήματα διαφέρουν σημαντικά ως προς το ποσό και τη σύνθεση των υποπροϊόντων που παράγουν. Επιπλέον, εφαρμόζεται ακόμη η λεγόμενη «παραδοσιακή διαδικασία», κατά την οποία το ελαιόλαδο εξάγεται με πίεση σε υδραυλικό πιεστήριο. Η Εικόνα 1 συνοψίζει σχηματικά τη διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου για κάθε ένα από τα τρία συστήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω.¹



Εικόνα 1: Διαδικασίες εξαγωγής ελαιολάδου (πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

¹ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (Ε.Ο.Σ.Σ.)

1.2 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ



Εικόνα 2: Μηχανήματα ελαιοτριβείου

Πηγή: www.virgin-oil.com.au/oliveoil_class.htm

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| A. Χοάνη υποδοχής | 1. Πίνακας ελέγχου |
| B. Έξοδος φύλλων | 2. Μεταφορική ταινία |
| C. Είσοδος ζεστού νερού | 3. Ανεμιστήρας |
| D. Έξοδος Λαδιού | 4. Πλυντήριο |
| E. Έξοδος φυτικών υγρών | 5. Κοχλίας μεταφοράς |
| F. Έξοδος Πυρήνα | 6. Σπαστήρας |
| G. Έξοδος καθαρού λαδιού | 7. Μαλακτήρες |
| H. Έξοδος νερού | 8. Αντλία τροφοδοσίας |
| | 9. Αντλία τροφοδοσίας |
| | 10. Αντλία τροφοδοσίας |
| | 11. Δονούμενο κόσκινο |
| | 12. Decanter 3 ^{ov} φάσεων |
| | 13. Διαχωριστήρας δίσκων |

1.3 ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ

Όταν ο καρπός φτάνει στο ελαιοτριβείο, περιέχει φύλλα και ξένες ύλες όπως σκόνη, χώμα, πέτρες και άλλα στερεά υλικά, που πρέπει να απομακρυνθούν πριν την εξαγωγή του ελαιολάδου. Αυτό γίνεται με αυτόματες μηχανές που αφαιρούν τα φύλλα με ρεύμα αέρα (αποφυλλωτήριο) (Εικόνα 3). Κατόπιν, οι καρποί περνούν σε ένα τύμπανο όπου κυκλοφορεί νερό, προκειμένου να πλυθούν και να απομακρυνθούν τα ξένα υλικά (σκόνη, χώμα, κλπ).



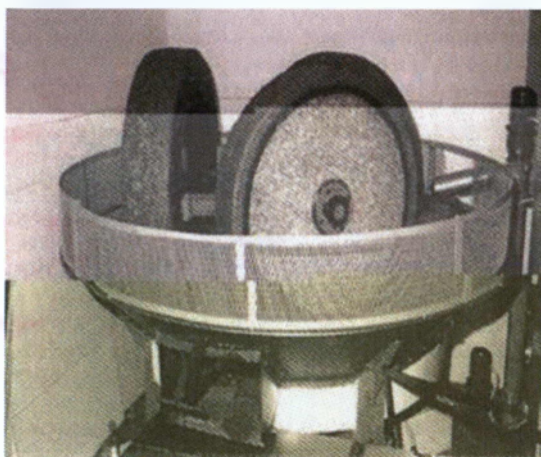
Εικόνα 3.- Εγκατάσταση για τον καθαρισμό και το ζύγισμα του καρπού (πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

1.4 ΑΛΕΣΗ

Παλαιότερα οι πλυμένοι καρποί αλέθονταν σε ελαιόμυλους (Εικόνα 4&5). Ο στόχος, ωστόσο μέχρι και σήμερα είναι ο ίδιος, να σπάσουν, δηλαδή, τα κύτταρα του μεσοκαρπίου, ώστε να διευκολυνθεί η εξαγωγή του ελαίου από τα χυμοτόπια και να σχηματιστούν μεγαλύτερες σταγόνες, που μπορούν έπειτα να χωριστούν στις επόμενες φάσεις επεξεργασίας. Γενικά, οι καρποί συνθλίβονταν σε μύλους από γρανίτη.

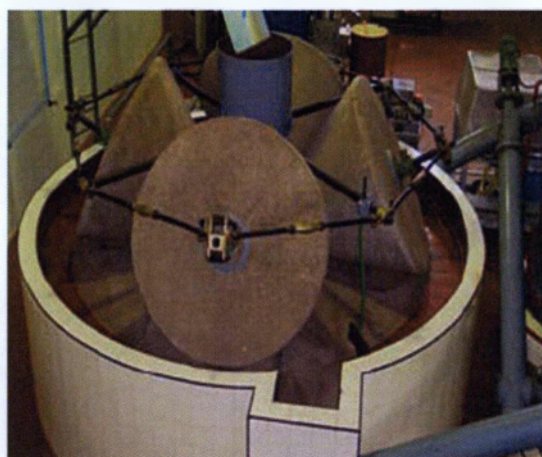
Κυλινδρικές μολόπετρες: Το σύστημα αποτελείται από την στρογγυλή μολόπετρα βάσης (λεκάνη), όπου οι μολόπετρες κολουροκωνικού σχήματος περιστρέφονται γύρω από ένα κεντρικό άξονα συνδεδεμένο με το κέντρο της λεκάνης (Εικόνα 4&5). Οι ελιές τοποθετούνται στην κεντρική ζώνη και η ελαιόπαστα που προκύπτει ωθείται σε κανάλι από όπου μία σβάρνα σπρώχνει την ελαιόπαστα από το κανάλι στη δεξαμενή ή σε σύστημα

μεταφοράς. Το στάδιο αυτό χρειάζεται 15 έως και 30 λεπτά για να ολοκληρωθεί. Οι σπαστήρες αυτού του τύπου έχουν αργή αλλά σταθερή έκθλιψη και δεν δημιουργούν γαλακτώματα και σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας της ελαιόπαστας. Τα παραγόμενα ελαιόλαδα είναι συνήθως γλυκά και με αρμονικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής αποτελούν το υψηλό κόστος, η χαμηλές αποδόσεις και η σημαντική οξείδωση λόγω της ευρείας επιφάνειας επαφής μεταξύ της ελαιόπαστας και του αέρα. Το σύστημα αυτό αποτελεί μέρος ενός παραδοσιακού συστήματος εξαγωγής ελαιολάδου.²



Εικόνα 4.- Κυλινδρικού σχήματος μύλος

(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)



Εικόνα 5.- Κωνικού σχήματος πέτρινος μύλος.

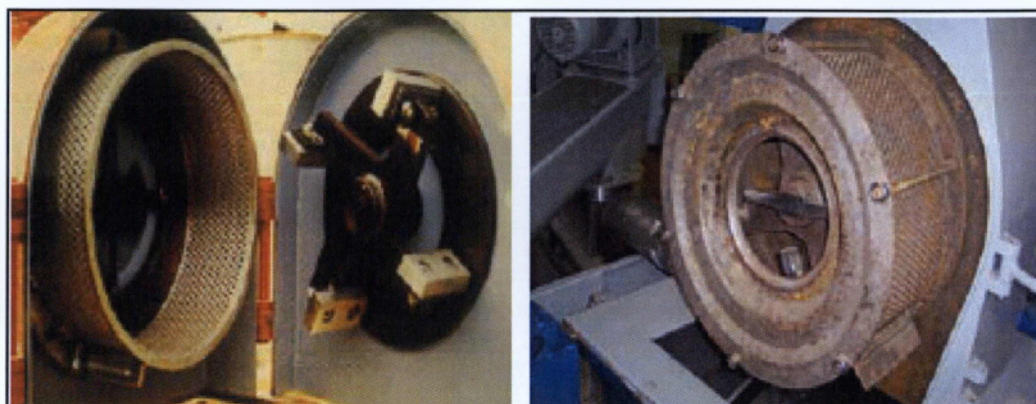
(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Στους πέτρινους ελαιόμυλους, οι καρποί συνθλίβονται χωρίς υπερβολική μηχανική πίεση, με δραστικό περιορισμό των γαλακτωμάτων, αποφυγή υπερθέρμανσης της ελαιοζύμης και χωρίς τον κίνδυνο επιμόλυνσης από ίχνη μετάλλων. Γενικά, ο ελαιόμυλος αποτελείται από δύο ή τρεις κυλινδρικές (Εικ. 4) ή κωνικές πέτρες από γρανίτη (κυρίως στην Ισπανία) (Εικ. 5), που περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα με ταχύτητα 12-15 περιστροφές ανά λεπτό.

Σήμερα για την άλεση του καρπού χρησιμοποιούνται μεταλλικοί σπαστήρες, που είναι κυρίως σφυρόμυλοι ή οδοντωτοί δίσκοι. Με τους μεταλλικούς σπαστήρες είναι δυνατό να ρυθμιστεί το μέγεθος της

² <http://www.e-toon.net/gr/>

λειτουργίβησης του ελαιοκάρπου, με τη χρήση ειδικής σίτας που προσαρμόζεται στο σπαστήρα (Εικ. 6), ανάλογα με το σύστημα εξαγωγής που εφαρμόζεται.



Εικόνα 6.- Εσωτερικό σφυρόμυλων (πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Τα πλεονεκτήματα των μεταλλικών σπαστήρων είναι η συνεχής λειτουργία, η μεγάλη απόδοση, το μικρότερο κόστος και μέγεθος, συγκριτικά με τους παραδοσιακούς πέτρινους μύλους. Σοβαρό μειονέκτημα είναι η γρήγορη φθορά των εξαρτημάτων θρύψεως.

1.5 Η ΜΑΛΑΞΗ

Μετά την άλεση του ελαιοκάρπου ακολουθεί η μάλαξη, που γίνεται σε ειδικές ημι-κυλινδρικές ή ημι-σφαιρικές δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα με διπλά τοιχώματα, στα οποία κυκλοφορεί ζεστό νερό, θερμοκρασίας 30°C περίπου (Εικ. 7). Στόχος αυτού του σταδίου είναι η διάσπαση του γαλακτώματος ελαίου/ύδατος και η συνένωση των μικρών ελαισταγονιδίων σε μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού, ώστε να διευκολυνθεί ο διαχωρισμός τους. Στην περίπτωση όπου η εξαγωγή του λαδιού γίνεται με υδραυλική πίεση, η διάρκεια μάλαξης περιορίζεται σε 10-20 λεπτά.



Εικόνα 7.- Κυλινδρικοί μαλακτήρες
(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)



Εικόνα 8.- Μαλακτήρας
(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Οι μαλακτήρες είναι μηχανήματα τα οποία μαλάσσουν (ζυμώνουν, ομογενοποιούν) την ελαιοζύμη πριν εισαχθεί στο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα. Η μάλαξη είναι απαραίτητη, επειδή κατά την άλεση του ελαιοκάρπου σχηματίζεται γαλάκτωμα μεταξύ ελαίου και ύδατος. Για αυτό είναι απαραίτητη η μίξη ώστε να συνενωθούν τα μικρής διαμέτρου σταγονίδια λαδιού προς μεγαλύτερες σταγόνες, εύκολα αποχωριζόμενες από τα υπόλοιπα συστατικά της ελαιοζύμης.

Τα ελαιουργεία είναι εξοπλισμένα με δύο ή τρεις μαλακτήρες ή και παραπάνω, ανάλογα με τη δυναμικότητά τους, που αποτελούνται από ημι-κυλινδρικές ανοξείδωτες δεξαμενές, με διπλά τοιχώματα όπου κυκλοφορεί ζεστό νερό (Εικόνα 8). Μέσα στο μαλακτήρα, η ελαιοζύμη αναδεύεται με τη βοήθεια πτερυγίων που είναι προσαρμοσμένα σε κάθετο ή οριζόντιο άξονα περιστροφής, ανάλογα με τον τύπο του μαλακτήρα (Εικόνα 9).



Εικόνα 9.- Εσωτερικός μαλακτήρας
(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Σε κανονικές συνθήκες, η ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων θα πρέπει να είναι 18-20 στροφές/λεπτό. Η θέρμανση της ελαιοζύμης είναι απαραίτητη κατά τη μάλαξη, γιατί διευκολύνει την εξαγωγή του ελαιολάδου. Η αποτελεσματικότερη θερμοκρασία είναι 30-35°C. Η εφαρμογή υψηλότερων θερμοκρασιών, εξάγει μεγαλύτερη ποσότητα ελαιολάδου, έχει όμως δυσμενή επίπτωση στην ποιότητα (απώλεια πτητικών ουσιών, αύξηση της οξύτητας, υποβάθμιση του χρώματος). Ο χρόνος μάλαξης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 20-30 λεπτά. Αύξηση του χρόνου μάλαξης οδηγεί στη μείωση των φαινολικών ουσιών που περιέχονται στο ελαιόλαδο (Giovanacchio 1996).

Στη συνέχεια ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά πραγματοποιείται με διαχωριστήρα. Στο τέλος τις δεκαετίας του 60, η βιομηχανία που ασχολείται με την κατασκευή μηχανημάτων ελαιουργείων μετά από πολλές δοκιμές έφερε σε κυκλοφορία τον οριζόντιο διαχωριστήρα που κυριολεκτικά αυτή η ανακάλυψη άλλαξε την εικόνα του ελαιοτριβείου. Αυτός ο τύπος του ελαιοτριβείου πήρε την ονομασία **φυγοκεντρικό ελαιοτριβείο**.

1.6 ΠΙΕΣΗ

Η **πίεση** υπήρξε ο τρόπος που χρησιμοποιήθηκε από τα πανάρχαια χρόνια μέχρι πρόσφατα. Η τεχνολογία των πιεστηρίων πέρασε πολλά στάδια. Από τα ξύλινα χειροκίνητα πιεστήρια (Εικόνα 10) της Ρωμαϊκής περιόδου πέρασε στα μεταλλικά, υδραυλικά αυτόματα πιεστήρια που ήταν ο βασικός τρόπος παραλαβής του λαδιού μέχρι πριν 15-20 περίπου χρόνια.



Εικόνα 10.- ξύλινα χειροκίνητα πιεστήρια (πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Σαν μέθοδος η πίεση έχει υψηλό κόστος εργασίας και μειονεκτεί γιατί λόγω των ελαιοσφουριδών που χρησιμοποιεί δεν μπορεί να αποτρέψει την παραμονή μικρών τεμαχίων πάστας από την μια παρτίδα στην άλλη που συντελούν στην αύξηση της οξύτητας.



Εικόνα 11.- Λεκάνη φόρτωσης ελαιοδιαφραγμάτων

(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)



Εικόνα 12. Πιεστήρια και λεκάνες φόρτωσης ελαιοδιαφραγμάτων
(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Η πίεση είναι η παλαιότερη μέθοδος εξαγωγής ελαιολάδου. Βασίζεται στην πίεση της ελαιοζύμης, η οποία διαχωρίζει την υγρή φάση (έλαιο και φυτικά υγρά) από τη στερεή (ελαιοπυρήνα). Αυτός ο τύπος, περιλαμβάνει την εφαρμογή υδραυλικής πίεσης σε μία σειρά ελαιοδιαφραγμάτων, στα οποία έχει τοποθετηθεί ομοιόμορφα η ελαιοζύμη με τη βοήθεια ειδικού δοσομετρητή. Τα διαφράγματα τοποθετούνται σε ειδική κινητή λεκάνη φόρτωσης, η οποία φέρει στο μέσον της διάτρητο σωλήνα, ο οποίος χρησιμεύει ως οδηγός για ομοιόμορφη τοποθέτηση των διαφραγμάτων (Εικ. 11,12 και 13). Για ομοιόμορφη εφαρμογή της πίεσης, ανά 3-4 διαφράγματα τοποθετείται ένας μεταλλικός δίσκος ίδιων διαστάσεων με αυτά.



Εικόνα 13.- Εξαγωγή ελαιολάδου με πιεστήρια (πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Η πίεση που εφαρμόζεται ανέρχεται σε 120-200 kg/cm² και η διαδικασία εξαγωγής διαρκεί 1,0-1,5 ώρες. Η εισαγωγή ημιαυτόματων μηχανημάτων για τη φόρτωση και εκφόρτωση των πιεστηρίων έχει περιορίσει σημαντικά την ένταση εργασίας, συγκριτικά με τα παραδοσιακά πιεστήρια.

1.6.1 Διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά

Με την πίεση της ελαιοζύμης λαμβάνεται η χυμώδης φάση που περιλαμβάνει το ελαιόλαδο, τα φυτικά υγρά και μια μικρή ποσότητα στερεών που διαφεύγουν από τα ελαιοδιαφράγματα. Η πρώτη διαδικασία είναι η απομάκρυνση αυτών των στερεών με τη χρήση παλινδρομικού κόσκινου που συγκρατεί τα στερεά που βρίσκονται στη χυμώδη φάση (Εικόνα 14) (Martinez et al. 1974).



Εικόνα 14.- Παλινδρομικό κόσκινο (πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Ο διαχωρισμός των δύο φάσεων (ελαιολάδου και φυτικών υγρών) ολοκληρώνεται με τη μέθοδο της κατακάθισης σε συστοιχία δεξαμενών, που

βασίζεται στη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ λαδιού και φυτικών υγρών, δεδομένου ότι το λάδι είναι ελαφρύτερο (περίπου 0,91) από τα φυτικά υγρά (περίπου 1,01). Το σύστημα αποτελείται από μία συστοιχία δεξαμενών στις οποίες διοχετεύεται η ελαιούχος φάση μετά το πιεστήριο. Το λάδι ρέει από τη μία δεξαμενή στην επόμενη μέσω σιφωνίων που τοποθετούνται στο ανώτερο τμήμα της δεξαμενής (Εικ. 15). Τα φυτικά υγρά κυκλοφορούν προς την αντίθετη κατεύθυνση με τη βοήθεια σιφωνίων που βρίσκονται στο κατώτατο σημείο των δεξαμενών, προκειμένου να διατηρηθεί η μεγαλύτερη ποσότητα ελαιολάδου στην επιφάνεια.



Εικόνα 15.-Συστοιχία δεξαμενών διαχωρισμού ελαιολάδου από φυτικά υγρά
(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

1.6.2.Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδραυλικών πιεστηρίων

Πλεονεκτήματα

- δεν είναι ακριβά
- δαπανούν λίγη ενέργεια
- η ελαιοπυρήνα περιέχει λίγη υγρασία και μικρό ποσοστό ελαιολάδου και
- λιγοστά απόνερα.

Μειονεκτήματα

- ασυνεχής διαδικασία
- αλλοίωση της ελαιοζύμης που παραμένει στα ελαιοδιαφράγματα και κατ' επέκταση του ελαιολάδου και
- υψηλό εργατικό κόστος.

1.7 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ

Η φυγοκεντρική αποτελεί την μέθοδο που έχει επικρατήσει τελευταία και κυριαρχεί κατά ποσοστό πάνω από 99%. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ειδικούς οριζόντιους διαχωριστήρες (Decanters) τα οποία εξασφαλίζουν συνθήκες αυτοματισμού και υψηλής καθαριότητας. Τα Decanters αυτά διακρίνονται σε Decanters 3 Φάσεων που μετατρέπουν την πάστα σε τρεις φάσεις λάδι, υγρά απόβλητα (κασίγαρο) και στερεά απόβλητα (πυρήνα) με υγρασία 45% περίπου. Μειονέκτημα των Decanters αυτών είναι η παραγωγή μεγάλου όγκου αποβλήτων (1:1 σε σχέση με τον καρπό).

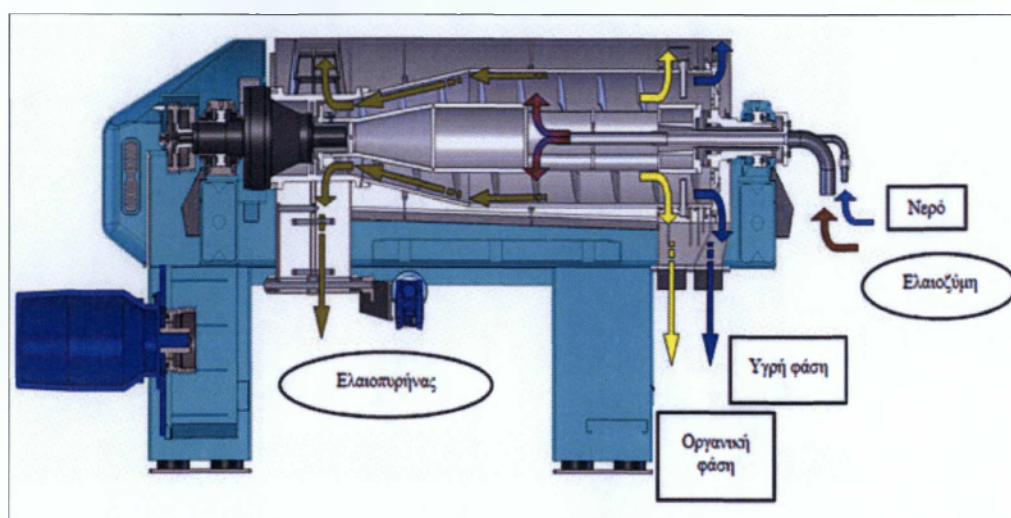
Χρησιμοποιούνται και Decanters 2 Φάσεων που μετατρέπουν την πάστα σε δυο φάσεις, λάδι και στερεά απόβλητα (πυρήνα) που βέβαια έχει το μειονέκτημα ότι είναι πολύ υγρή (65% υγρασία) και δύσκολα επεξεργάζεται στα πυρηνελαιουργεία για εξαγωγή πυρηνελαίου. Ωστόσο πλεονεκτούν γιατί παράγουν περιορισμένη ποσότητα υγρών αποβλήτων (0,2:1) σε σχέση με τον καρπό). Τελευταία γίνεται προσπάθεια να εισαχθούν άλλοι τύποι ενδιάμεσοι που παράγουν ελαιοπυρήνα με μια περιεκτικότητα σε υγρασία ενδιάμεση.

1.7.1 Φυγοκεντρικό ελαιοτριβείο τριών φάσεων

Αυτή η μέθοδος άρχισε να υιοθετείται στη χώρα μας από το τέλος της δεκαετίας του 70 και αντικατέστησε με γρήγορους ρυθμούς τα παραδοσιακά πιεστήρια και στις μέρες μας έχει επικρατήσει σχεδόν ολοκληρωτικά.

Σε αυτήν τη διαδικασία, η τεχνική διαχωρισμού του ελαιολάδου βασίζεται στη διαφορά ειδικού βάρους που παρουσιάζουν τα συστατικά της ελαιοζύμης (ελαιόλαδο, νερό και στερεά συστατικά). Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται σε οριζόντια φυγοκεντρικά μηχανήματα (decanter) (Εικ. 16). Το σύστημα αποτελείται από ένα τύμπανο κύλινδρο-κωνικού σχήματος, που περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα. Συνδεδεμένος με τον οριζόντιο άξονα είναι ένας ατέρμονας κοχλίας που περιστρέφεται με την ίδια φορά αλλά με ελαφρώς λιγότερες στροφές. Η τροφοδοσία γίνεται από δεξιά, διαμέσου ειδικού σωλήνα που οδηγεί την ελαιοζύμη στο μέσο περίπου του τυμπάνου. Με την περιστροφή του τυμπάνου, η ελαιοζύμη βρίσκεται υπό την επίδραση της φυγοκέντρου δυνάμεως και τα συστατικά μέρη της διαχωρίζονται ανάλογα με το ειδικό βάρος. Έτσι, τα στερεά συστατικά εξωθούνται προς την

περιφέρεια του τυμπάνου, ενώ τα φυτικά υγρά και το ελαιόλαδο σχηματίζουν δύο ομόκεντρους δακτυλίους.



Εικόνα 16.- Διάγραμμα ενός 3-φασικού φυγοκεντρικού διαχωριστήρα (decanter)

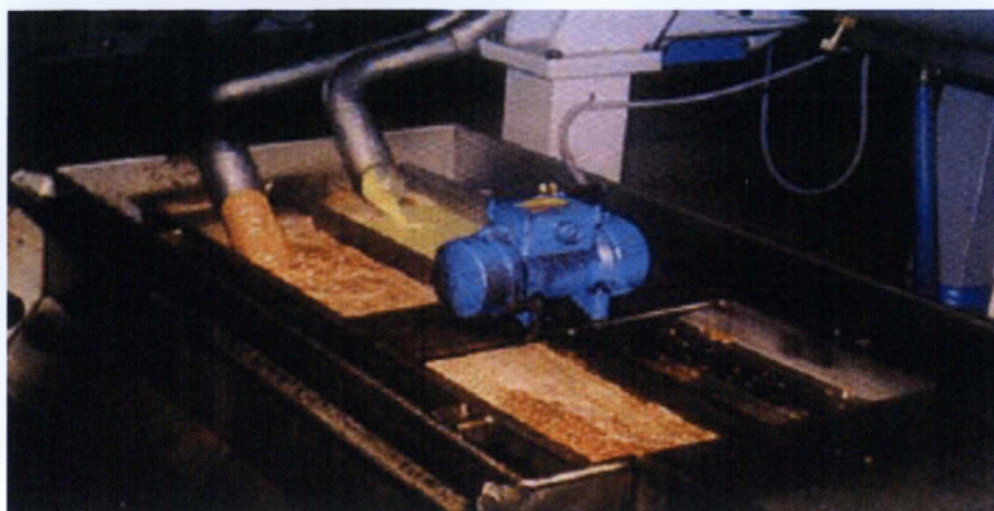
Πηγή: Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών Ρεθύμνης - Παραγωγή, Μεταφορά και Αποθήκευση Ελαιολάδου

Ο δακτύλιος του λαδιού είναι κοντά στον άξονα περιστροφής, ενώ ο δακτύλιος των φυτικών υγρών είναι ενδιάμεσα μεταξύ λαδιού και ελαιοπυρήνα. Ο ατέρμονας κοχλίας συμπαρασύρει την πυρήνα προς τα εμπρός, όπου είναι και η οπή εξόδου της από το τύμπανο, ενώ το λάδι και τα φυτικά υγρά εξέρχονται από το πίσω μέρος του τυμπάνου.

Για να διευκολυνθεί ο διαχωρισμός, είναι απαραίτητο να προστεθεί νερό στην ελαιοζύμη μετά τη διαδικασία της μάλαξης. Η ποσότητα του νερού που προστίθεται εξαρτάται κυρίως από τα ρεολογικά χαρακτηριστικά της ελαιοζύμης. Η βέλτιστη αναλογία ελαιόπαστας/νερού ποικίλει από 1:0,7 έως 1:1,2 και καθορίζεται εμπειρικά με την παρατήρηση των χαρακτηριστικών του ελαιολάδου και του νερού που βγαίνουν από το φυγοκεντρητή.

Από το φυγοκεντρητή βγαίνουν τρία είδη υγρών προϊόντων μία στερεά (ελαιοπυρήνας) αποτελούμενη από τον φλοιό και το κουκούτσι της ελιάς και δύο υγρές φάσεις, το ελαιόλαδο και τα φυτικά υγρά (το νερό που προστέθηκε και το νερό του ίδιου του καρπού). Δεδομένου ότι τα υγρά που βγαίνουν από το φυγοκεντρητή μπορεί να περιέχουν στερεά συστατικά (κομμάτια σάρκας ή πυρήνα), κοσκινίζονται σε παλινδρομικά κόσκινα (Εικόνα 17). Αυτές οι

μηχανές ανάλογα με το μέγεθός τους, έχουν ωριαία δυναμικότητα μεταξύ 0,5 ως 4,0 τόνων.



Εικόνα 17.- Παλινδρομικό κόσκινο στην έξοδο του φυγοκεντρητή
(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Η χρήση φυγοκεντρικών μηχανημάτων (decanters) παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα όπως:

- (i) είναι συμπαγές μηχάνημα και καταλαμβάνει μικρότερη επιφάνεια στο ελαιοτριβείο,
- (ii) εξασφαλίζει μεγαλύτερη δυναμικότητα και αυτοματισμό στην επεξεργασία του ελαιοκάρπου,
- (iii) το λάδι που λαμβάνεται είναι καλύτερης ποιότητας συγκριτικά με τα υδραυλικά πιεστήρια
- (iv) καλύτερες συνθήκες εργασίας και έχει μικρότερες απαιτήσεις σε εργατικό δυναμικό.

Τα κύρια μειονεκτήματα είναι:

- (i) μεγαλύτερη αρχική επένδυση κεφαλαίων για αγορά και εγκατάσταση των μηχανημάτων,
- (ii) απαίτηση σε εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό,
- (iii) μεγαλύτερη κατανάλωση σε ηλεκτρική ενέργεια και κυρίως νερό και
- (iv) μεγαλύτερη ποσότητα υγρών αποβλήτων (απόνερα).

1.7.1.1 Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά

Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου στην συνέχεια για να είναι πλήρης επιτυγχάνεται σε κάθετους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες (Εικόνες 18 και 19), εφόσον ένα μικρό ποσοστό ελαιοπυρήνα και φυτικών υγρών παραμένει στο ελαιόλαδο και ένα μικρό ποσοστό ελαιολάδου μπορεί να παραληφθεί από τα φυτικά υγρά. Το σύστημα αποτελείται από ένα σταθερό κορμό και ένα κινητό τύμπανο που περιστρέφεται με μεγαλύτερο αριθμό στροφών απ' ότι στο ντεκάντερ. Στο τύμπανο είναι προσαρμοσμένος μεγάλος αριθμός κωνικών δίσκων (πιάτα).

Το ελαιόλαδο εισάγεται στο κάθετο φυγοκεντρικό από το άνω άκρο, χλιαρό νερό (20-25°C το μέγιστο) προστίθεται και με βάση τη διαφορά ειδικού βάρους, ένας πληρέστερος διαχωρισμός επιτυγχάνεται. Με τον ίδιο τρόπο, τα φυτικά υγρά εισάγονται σε διαφορετικό, ίδιας κατασκευής κάθετο φυγοκεντρικό ώστε να παραληφθεί το ελάχιστο ελαιόλαδο το οποίο περιέχεται.³

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για το βέλτιστο διαχωρισμό είναι:

- (i) η ομοιογένεια της υγρής φάσης
- (ii) ο όγκος τροφοδότησης του διαχωριστήρα
- (iii) η θερμοκρασία
- (iv) η ποσότητα του προστιθέμενου νερού



Εικόνα 18.- Ελαιοδιαχωριστήρας

(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)



Εικόνα 19.- Καθαρό ελαιόλαδο μετά από φυγοκέντριση

(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

³ <http://www.e-toon.net/gr/>

1.7.1.2 Γενικά σχόλια για το φυγοκεντρικό σύστημα τριών φάσεων

Η ποιότητα του ελαιολάδου εξαρτάται από το σύστημα που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του. Το φυγοκεντρικό σύστημα τριών φάσεων μειώνει την ποσότητα φυσικών αντιοξειδωτικών στο ελαιόλαδο λόγω του νερού που προστίθεται για την αραίωση της ελαιοζύμης. Η μικρότερη συγκέντρωση σε φυσικά αντιοξειδωτικά (πολυφαινόλες) οδηγεί σε μειωμένη αντοχή του ελαιολάδου στην αυτοοξείδωση. Εντούτοις, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη είναι μεγαλύτερη στο ελαιόλαδο που λαμβάνεται με φυγοκέντρωση, λόγω του σφυρόμυλου που χρησιμοποιείται για τη λειοτρίβηση των καρπών, απελευθερώνοντας έτσι περισσότερη χλωροφύλλη.

Το σοβαρότερο πρόβλημα είναι η μεγάλη ποσότητα των υγρών αποβλήτων (λιοζούμια) που δημιουργούνται από την επεξεργασία (περίπου 1,2 - 1,3 λίτρα/κιλό επεξεργασμένου καρπού). Στην πραγματικότητα, η προσθήκη νερού στην ελαιοζύμη πριν τη φυγοκέντρωση αυξάνει τον παραγόμενο όγκο των υγρών αποβλήτων.

1.7.2 Φυγοκεντρικό ελαιοτριβείο δυο φάσεων

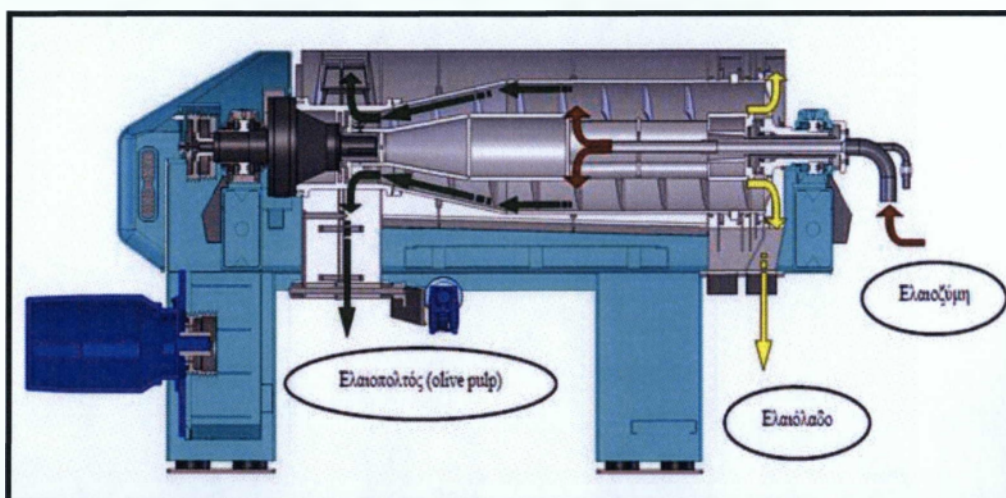
Αυτή η μέθοδος, κάνει την εμφάνιση της στις αρχές τις δεκαετίας του 90 και υιοθετείται σε μεγάλο βαθμό στην Ισπανία. Η μεγάλη ποσότητα υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία τριών φάσεων, αποτέλεσε σοβαρό πρόβλημα για τις βιομηχανίες ελαιολάδου. Για το λόγο αυτό, το 1992 μερικές εταιρείες προώθησαν νέους τύπους φυγοκεντρικών μηχανημάτων, που μπορούν να διαχωρίσουν την ελαιούχο φάση από την ελαιόπαστα χωρίς την προσθήκη νερού. Έτσι, δεν παράγονται υγρά απόβλητα (απόνερα), τα οποία ενσωματώνονται στον ελαιοπυρήνα, ο οποίος για το λόγο αυτό περιέχει περισσότερη υγρασία.

Οι δύο πρώτες φάσεις της επεξεργασίας (άλεση του καρπού και μάλαξη της ελαιοζύμης) είναι παρόμοιες με εκείνες της επεξεργασίας τριών φάσεων. Η μόνη διαφορά βρίσκεται στη φυγοκέντρωση της ελαιοζύμης και στον τελικό διαχωρισμό-καθαρισμό του ελαιολάδου.

Η ελαιούχος φάση διαχωρίζεται από τον ελαιοπυρήνα (στον οποίο είναι ενσωματωμένα τα απόνερα) με την επίδραση φυγοκέντρου δυνάμεως, η οποία αυξάνει τη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ του ελαιολάδου και του

υγρού ελαιοπυρήνα. Η διαδικασία πραγματοποιείται σε φυγοκεντρικό διαχωριστήρα με οριζόντιο άξονα (Εικ. 20). Ο συντελεστής φυγοκέντρου δυνάμεως (G) είναι μεγαλύτερος στα διφασικά συστήματα (3000-3600) απ' ό τι στα τριφασικά (2000-2600). Σε αυτήν την περίπτωση, δεν είναι απαραίτητο να προστεθεί νερό για να γίνει καλύτερος διαχωρισμός του ελαιολάδου.

Η ελαιούχος φάση που βγαίνει από το φυγοκεντρητή (decanter) μπορεί να περιέχει μικρά στερεά σωματίδια, τα οποία απομακρύνονται με τη χρήση παλινδρομικών κόσκινων (Εικ. 21).



Εικόνα 20.- Διάγραμμα διφασικού διαχωριστήρα

Πηγή: Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών Ρεθύμνης - Παραγωγή, Μεταφορά και Αποθήκευση Ελαιολάδου

Σύμφωνα με τις κατασκευάστριες εταιρείες, ο φυγοκεντρικός διαχωριστήρας τριών φάσεων μπορεί να μετατραπεί εύκολα σε δύο φάσεων, με φράξιμο της οπής εξόδου των φυτικών υγρών και μείωση της ταχύτητας περιστροφής του ατέρμονα κοχλία, ώστε να παραμείνει ο ελαιοπυρήνας για μεγαλύτερο χρόνο στο τύμπανο και να απορροφήσει περισσότερα υγρά.



Εικόνα 21.- Διφασικός φυγοκεντρικός διαχωριστήρας
(Διαχωριστήρας εταιρείας Westfalia-2007)

Πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου

- παράγεται μεγαλύτερη ποσότητα ελαιολάδου
- Το ελαιολάδο που παράγεται με διφασική λειτουργία έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση πολυφαινόλων γεγονός που το καθιστά ανθεκτικότερο κατά την διάρκεια της αποθήκευσης
- μεγάλη οικονομία στη κατανάλωση νερού
- δεν παράγονται υγρά απόβλητα, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα φιλικό στο περιβάλλον

Στον αντίποδα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου

- ελαιοπυρήνας με αυξημένη υγρασία και χαμηλή εμπορική αξία
- χρειάζεται στεγανό σιλό για αποθήκευση, στεγανή καρότσα φορτηγού για μεταφορά και κατάλληλο πυρηνελαιουργείο για την επεξεργασία του.⁴

1.7.2.1 Διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά

Η ελαιούχος φάση υποβάλλεται σε διαχωρισμό με φυγοκεντρικό ελαιοδιαχωριστήρα (Εικ. 22). Μέσω της προσθήκης ορισμένης ποσότητας νερού, το ελαιολάδο διαχωρίζεται και απομακρύνεται η υγρασία.

Το νερό είναι το μόνο υγρό απόβλητο που παράγεται με αυτήν τη διαδικασία εξαγωγής ελαιολάδου.

⁴ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (Ε.Ο.Σ.Σ.)



Εικόνα 22.- Φυγοκέντριση (πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

1.7.2.2 Γενικά σχόλια για το φυγοκεντρικό σύστημα δύο φάσεων

Η παραγωγή ελαιολάδου είναι υψηλότερη στη διφασική διαδικασία από ότι στην τριφασική. Το αποτέλεσμα αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι δεν προστίθεται νερό για την αραίωση της ελαιοζύμης και αποφεύγεται έτσι ο σχηματισμός γαλακτώματος ελαίου/ύδατος.

Η διαδικασία των δύο φάσεων δεν παράγει υγρά απόβλητα, παρά μόνο μία μικρή ποσότητα από το νερό που προστίθεται στο φυγοκεντρικό ελαιοδιαχωριστήρα κατά το διαχωρισμό του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά. Δε δημιουργεί προβλήματα διάθεσης των απόνερων (λίμνες εξάτμισης) και έχει μειωμένο κόστος. Η ποιότητα του ελαιολάδου είναι καλύτερη από το σύστημα των τριών φάσεων. Το ελαιολάδο έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση πολυφαινολών και ορθο-διφαινολών, με αποτέλεσμα να είναι σταθερότερο κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

1.8. ΣΥΝΑΦΕΙΑ

Εκτός από την πίεση και τη φυγοκέντριση, για την παραλαβή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη χρησιμοποιείται και η συνάφεια.

Το μηχάνημα στο οποίο εφαρμόζεται η συνάφεια για την παραλαβή του ελαιολάδου, είναι γνωστό με το όνομα Sinolea. Βασικά εξαρτήματα της

"Sinolea" αποτελούν 6.000 περίπου μεταλλικά ελάσματα από ειδικό κράμα μετάλλου που παρουσιάζει μεγάλη εκλεκτική συνάφεια με το ελαιόλαδο.

Η καλύτερη ταχύτητα περιστροφής για το εξάρτημα που ανακατεύει την ελαιοζύμη είναι 7,5 rpm. Όταν τα μεταλλικά ελάσματα έρχονται σε επαφή με την ελαιοζύμη, λόγω της μεγάλης συνάφειας ελαιολάδου-μετάλλου συγκροτούν μικρές ποσότητες ελαιολάδου, το οποίο στη συνέχεια απομακρύνεται με μορφή σταγόνων και συγκεντρώνεται σε ειδική λεκάνη. Τα φυτικά υγρά και μέρος του ελαιολάδου που δε συγκρατήθηκε από τα ελάσματα, παραμένουν στην ελαιοζύμη. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται πολλές φορές και έτσι απομακρύνεται το μεγαλύτερο μέρος του ελαιολάδου. Η απόδοση αυτής της τεχνικής επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά της ελαιοζύμης και τον χρόνο επεξεργασίας. Το ποσοστό διαχωρισμού ανέρχεται σε 40-45% για "δύσκολη" ελαιοζύμη και σε 70-75% για "εύκολη". Όταν οι ελιές έχουν μικρή περιεκτικότητα σε υγρά και μεγάλη σε στερεά συστατικά τότε η απόδοση είναι καλή. Γενικότερα βέβαια η απόδοση εξαρτάται και από την ποικιλία. Θεωρητικά όλο το ελαιόλαδο θα μπορούσε να παραληφθεί μετά από αρκετή ώρα. Η δυσκολία της διαδικασίας εξαρτάται από τη μεμβράνη που περικλείει τις σταγόνες του ελαιολάδου. Σε εξαιρετικά δύσκολες περιπτώσεις η παρουσία κολλοειδών ελαχιστοποιεί τη διαφορά επιφανειακής τάσης του νερού και του ελαιολάδου. Αυτό εμποδίζει τις σταγόνες του ελαιολάδου να συνενωθούν. Τέτοια φαινόμενα μπορούν να ρυθμιστούν με την αύξηση της θερμοκρασίας ή με χρήση αδρανών βοηθητικών υλών επεξεργασίας. Αν οι ελιές περιέχουν πολλή υγρασία, συνιστάται η προσθήκη ελαιοπυρήνα ή υδρόφιλων μέσων επεξεργασίας.

Το ελαιόλαδο που παραλαμβάνεται με τη μέθοδο της συνάφειας λέγεται σινολέα και είναι εξαιρετικής ποιότητας. Το ελαιόλαδο αυτό διατηρεί όλα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του καρπού της ελιάς. Το ελαιόλαδο που παραμένει στην ελαιοζύμη παραλαμβάνεται μετά από προσθήκη νερού, περαιτέρω μάλαξη και φυγοκέντριση. Ο συνδυασμός των δυο μεθόδων έχει απόδοση, σχεδόν 99%.

Στην χώρα μας δυστυχώς η μέθοδος σινολέα δεν βρήκε εφαρμογή, καθώς δεν προωθήθηκε κατάλληλα από τους αντιπροσώπους της εταιρείας που κατασκευάζει ελαιουργεία αυτού του τύπου και επειδή χρειάζονται μεγάλες ποσότητες ελαιοκάρπου.

Πλεονεκτήματα του συστήματος σινολέα:

- λειτουργεί με πλήρη αυτοματοποίηση και
- τα αρωματικά και τα φαινολικά συστατικά που υπάρχουν στον ελαιόκαρπο, περνούν και στο ελαιόλαδο και του προσδίδουν πλούσιο άρωμα και γεύση.

1.9.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΑ ΚΛΑΣΙΚΑ

Είναι γεγονός ότι τα φυγοκεντρικά ελαιουργεία, δύο ή τριών φάσεων, έχουν αντικαταστήσει στη χώρα μας τα παλαιά ελαιουργεία, σχεδόν στο σύνολο τους.

Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των ελαιουργείων αυτών είναι, όπως προαναφέρθηκε, η σημαντική μείωση των εργατικών χεριών και οι ανοξειδωτες επιφάνειες τους.

Ειδικότερα για τα μικτού τύπου ελαιουργεία (sinolea-decanter), έχουμε το πρόσθετο πλεονέκτημα της διατήρησης σε μεγάλο ποσοστό των αρωματικών συστατικών του ελαιολάδου που παραλαμβάνεται από τη μονάδα sinolea.

Φυσικά δεν θα πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι τα φυγοκεντρικά και τα μικτού τύπου ελαιουργεία έχουν και ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία όμως δεν ήταν ικανά να εμποδίσουν την ταχεία εξάπλωση των φυγοκεντρικών. Τα κυριότερα από τα μειονεκτήματά τους είναι:

- το μεγάλο κόστος αγοράς τους και
- το πρόβλημα της επεξεργασίας της ελαιοπυρήνας εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας της σε υγρασία, που είναι εντονότερο στα φυγοκεντρικά των δύο φάσεων.

Είναι φανερό ότι τα πλεονεκτήματα των ελαιουργείων νέου τύπου διασφαλίζονται μόνον εφόσον αυτά είναι κατασκευασμένα από:

- εξειδικευμένες ελαιουργικές βιομηχανίες (π.χ. Alfa Laval),
- οι μεταλλικές επιφάνειες τους είναι από ανοξειδωτο μέταλλο καλής ποιότητας και
- λειτουργούν με τις προβλεπόμενες συνθήκες, κυρίως όσον αφορά τη θερμοκρασία και την ποσότητα του νερού.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι στα πλαίσια προγραμμάτων, για την αξιολόγηση των νέου τύπου φυγοκεντρικών ελαιουργείων έγιναν επί σειρά ετών δοκιμές στο Ινστιτούτο Ελαίας και Υποτροπικών Χανίων. Τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών επιβεβαίωσαν την ύπαρξη μειονεκτημάτων σε ορισμένους τύπους και οι ελαιουργικές εταιρείες υποχρεώθηκαν να βελτιώσουν τα ελαιουργεία τους.

Οι προϋποθέσεις καλής κατασκευής και καλής λειτουργίας των συγκροτημάτων αυτών σχετίζονται με:

- το βαθμό αυτοματισμού
- την ωριαία δυναμικότητα
- τη βιομηχανική απόδοση
- την ποιότητα των μετάλλων κατασκευής των επί μέρους εξαρτημάτων
- την εφαρμοζόμενη θερμοκρασία στις διάφορες φάσεις της επεξεργασίας
- την καθαρότητα του παραλαμβανόμενου ελαιολάδου
- την ελάχιστη απώλεια ελαιολάδου στον ελαιοπυρήνα και τα απόνερα και κυρίως
- την ποιότητα του παραλαμβανόμενου ελαιολάδου.

1.10 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

Οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση του ελαιολάδου πρέπει να είναι κατασκευασμένες από αδιάβροχο και αδρανές υλικό. Θα πρέπει επίσης να παρουσιάζει μέγιστη αδράνεια όσον αφορά το ελαιολάδο, έτσι ώστε να μην απορροφά οσμές ή ελαττωματικές γεύσεις, καθώς επίσης και ουσίες που θα μπορούσαν να το μολύνουν ή να προάγουν φαινόμενα οξειδωσης (μέταλλα).



Εικόνα 23.- Δεξαμενές ελαιολάδου σε αποθήκες
(πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Η δεξαμενή πρέπει να προστατεύει το ελαιόλαδο από το φως και τον αέρα, δεδομένου ότι αυτά μπορούν να επιφέρουν αλλοιώσεις στο προϊόν. Επιπλέον, το ελαιόλαδο πρέπει να διατηρείται σε σταθερή σχεδόν θερμοκρασία (περίπου 15-18°C), αποφεύγοντας τις απότομες μεταβολές. Οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορούν να προκαλέσουν πάγωμα του ελαιολάδου, ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες συμβάλλουν στην οξείδωση.

Πριν μερικά χρόνια, οι δεξαμενές ήταν υπόγειες με εσωτερική επίστρωση πλακιδίων από κεραμικό. Σήμερα, στην Ισπανία χρησιμοποιούνται δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα με διαφορετική χωρητικότητα (50 τόνων κατά μέσο όρο), που τοποθετούνται σε στεγασμένους χώρους, ανάλογους με αυτούς που χρησιμοποιεί η βιομηχανία οίνου (Εικ. 23). Τα υλικά και τα προϊόντα που θα μπορούσαν να επηρεάσουν το άρωμα του ελαιολάδου δεν πρέπει να αποθηκεύονται στην ίδια αποθήκη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ DECARTER (ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ)

2.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Το Decarter (διαχωριστήρας) (εικόνα 24) είναι το βασικότερο μηχάνημα σε ένα ελαιοτριβείο. Η αρχή λειτουργίας, είτε δύο, είτε τριών φάσεων, του περιγράφεται παρακάτω.

Οι διατάξεις έκχυσης χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό υγρών μειγμάτων ή για την αποβολή στερεοποιημένου υλικού από υγρά ή από μείγματα υγρών.

Στο περιστρεφόμενο τύμπανο της διάταξης έκχυσης παράγονται υψηλές φυγοκεντρικές δυνάμεις. Κάτω από την επίδραση των φυγοκεντρικών δυνάμεων επιτυγχάνεται σε μικρό χρονικό διάστημα ο διαχωρισμός των μειγμάτων υγρών και η φυγοκέντρωση των στερεών.



Εικόνα 24: Φυγοκεντρικός διαχωριστήρας εταιρείας westfalia-2008

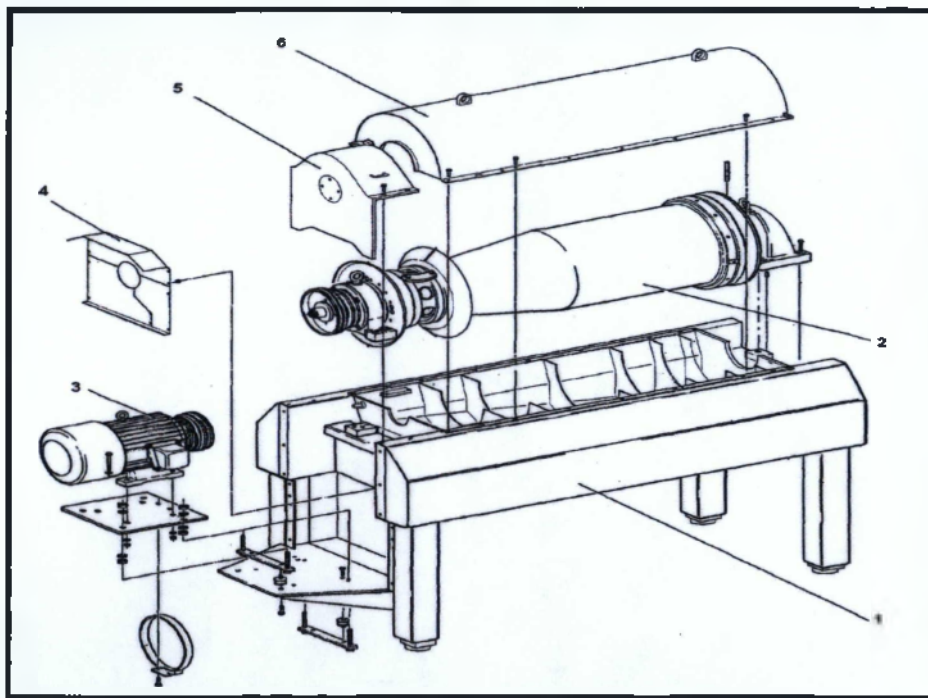
Τα συστατικά μέρη με τη μεγαλύτερη πυκνότητα κινούνται προς την εξωτερική διάμετρο του τύμπανου, ενώ τα συστατικά μέρη με τη μικρότερη πυκνότητα κινούνται προς το μέσο του τύμπανου.

Οι μεγάλες φυγοκεντρικές δυνάμεις επιτυγχάνονται μέσω μεγάλου αριθμού περιστροφικών τύμπανων. Ο υψηλός αριθμός στροφών του τυμπάνου έχει βέβαια ως αποτέλεσμα μια υψηλή απόδοση του συγκροτήματος, από την

άλλη όμως πλευρά στην περίπτωση αυτή υπάρχει και υψηλότερη καταπόνηση του υλικού της διάταξης έκχυσης.

2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

2.2.1 Εξωτερική περιγραφή του διαχωριστήρα



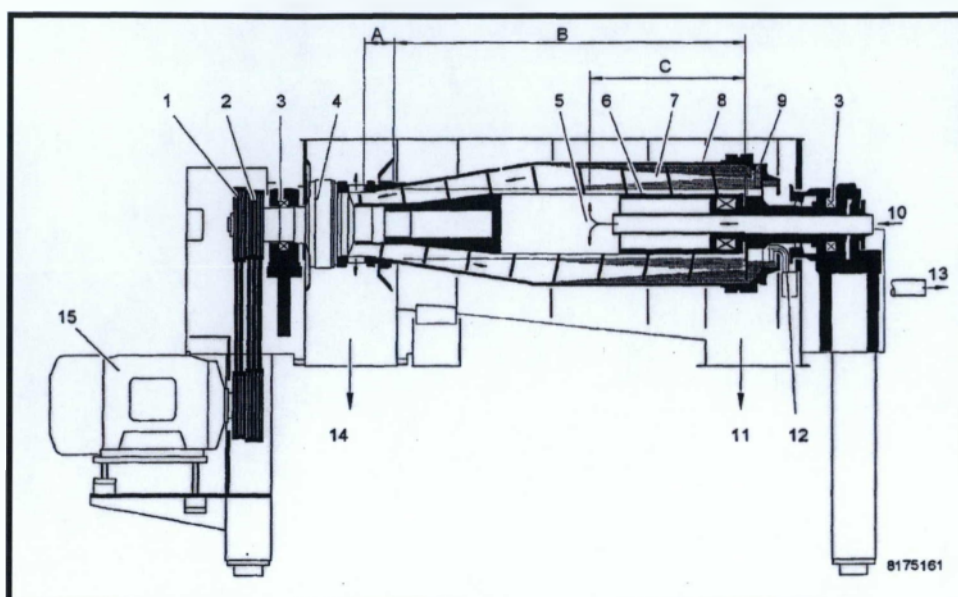
Εικόνα 25: Εξαρτήματα διαχωριστήρα (Πηγή: westfalia 2006)

Ο διαχωριστήρας (Εικόνα 25) αποτελείται από:

1. Το Ικρίωμα, το οποίο στηρίζει το τύμπανο και τον κινητήρα.
2. Το Τύμπανο που περιέχει τον ατέρμονα κοχλία.
3. Τον Κινητήρα που μεταδίδει κίνηση στο τύμπανο και στον ατέρμονα κοχλία.
4. Το κάλυμμα κινητήρα.
5. Το κάλυμμα ιμάντων μετάδοσης κίνησης.
6. Το κάλυμμα τυμπάνου.

2.2.2 Βασικά εξαρτήματα του δοχείου έκχυσης

Περιγραφή των κατασκευαστικών γνωρισμάτων των βασικών εξαρτημάτων του δοχείου έκχυσης:



Εικόνα 26: Βασικά εξαρτήματα του δοχείου έκχυσης (Πηγή: westfalia 2006)

- | | |
|----------------------------------|---|
| A Ζώνη ύγρανσης | 9 Ρυθμιστικός σωλήνας, ελαφριά φάση υγρών |
| B Ζώνη καθαρισμού | 10 Παροχή |
| C Ζώνη διαχωρισμού | 11 Ελεύθερη εκροή της ήδη καθαρισμένης ελαφριάς φάσης υγρών |
| 1 Μετάδοση κίνησης στον ατέρμονα | 12 Σωλήνας αποφλοιώσης, ρυθμιζόμενος από έξω |
| 2 Μετάδοση κίνησης στο τύμπανο | 13 Εκροή της ήδη καθαρισμένης, βαριάς φάσης υγρού (νερό) |
| 3 Έδρανα κυλίσεως (Ρουλεμάν) | 14 Απόρριψη στερεών υλικών |
| 4 Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης | 15 Κινητήρας μετάδοσης κίνησης |
| 5 Διανομέας | |
| 6 Ατέρμονας κοχλίας | |
| 7 Χώρος διαχωρισμού | |
| 8 Τύμπανο | |

2.3 ΙΚΡΙΩΜΑ

Το ικρίωμα αποτελείται από:

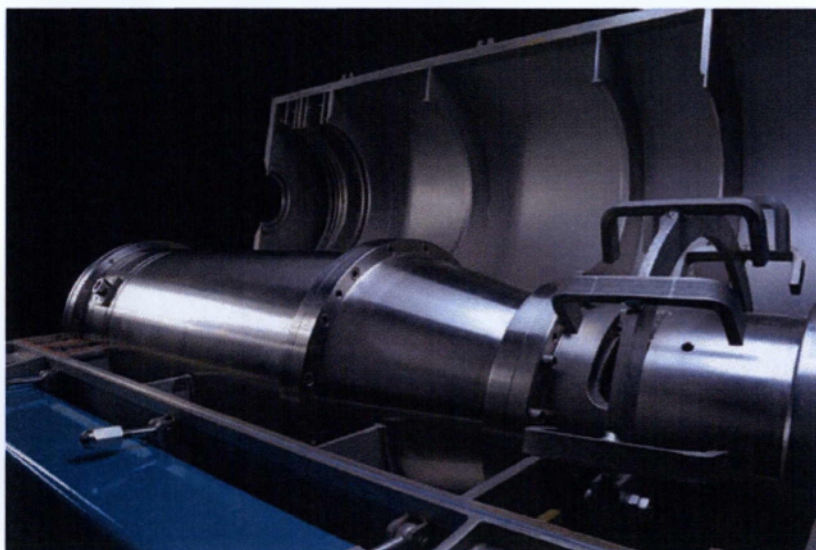
- ένα συγκολλητό πλαίσιο με στηρίγματα,
- ένα ανακλινόμενο συλλέκτη από ανοξείδωτο ατσάλι για την απόρριψη του προϊόντος ένα προστατευτικό κάλυμμα κινητήρα και μια συγκολλητή κονσόλα κινητήρα.
- Τα εξαρτήματα του ικριώματος είναι επιχρωματισμένα με ειδικό χρώμα, που είναι ανθεκτικό στις διάφορες τοξικές επιδράσεις.
- Αποσβεστήρες κραδασμών (αμορτισέρ) κάτω από τα πόδια εμποδίζουν τη μετάδοση των ταλαντώσεων.

2.4 ΤΥΜΠΑΝΟ

Το τύμπανο (εικόνα 27) έχει κυλινδροκωνικό σχήμα. Τα αξονικά μεταλλικά επιμύκια (λαμάκια) στην επένδυση του τυμπάνου ευνοούν την απρόσκοπτη μεταφορά των στερεών υλικών.

Υπάρχουσα προστασία κατά των φθορών και οξειδώσεων:

1. Όλα τα εξαρτήματα του τυμπάνου και του ατέρμονα, που έρχονται σε επαφή με το προϊόν αποτελούνται από ανοξείδωτο χάλυβα.
2. Τα άκρα του ελικοειδούς τμήματος του ατέρμονα αποτελούνται από σκληρό μέταλλο.
3. Οι τιμές διαχωρισμού και καθαρισμού είναι ρυθμιζόμενες και έτσι εναρμονίζονται με την εκάστοτε διαδικασία παραγωγής.



Εικόνα 27: Τύμπανο διαχωριστήρα

(πηγή: www.polatas.com.tr/en/dekantor_pms350_px20.php)

Μπορεί να γίνει επιλογή μεταξύ των παρακάτω δυνατοτήτων:

1. *Ρύθμιση του σωλήνα αποφλοίωσης (φάση υπερχειλίσης νερού).*

A) Μεγαλύτερη διάμετρος για το σωλήνα αποφλοίωσης.

Διεύρυνση της διαμέτρου υπερχειλίσης για τη φάση νερού σημαίνει μια μετάθεση της διαμέτρου της ζώνης διαχωρισμού προς τα έξω. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία παχύτερου στρώματος λαδιού στο τύμπανο, ενώ η ολοκληρούμενη φάση λαδιού περιέχει μικρότερο ποσοστό νερού και γαλακτώματος.

B) Μικρότερη διάμετρος του σωλήνα αποφλοιώσης.

Περιορισμός της διαμέτρου υπερχειίλισης για τη φάση νερού σημαίνει μια μετάθεση της διαμέτρου της ζώνης διαχωρισμού προς τα μέσα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα λεπτότερο στρώμα λαδιού στο τύμπανο, ενώ η ολοκληρούμενη φάση λαδιού περιέχει υψηλότερο ποσοστό νερού και γαλακτώματος.

2. Αντικατάσταση των ρυθμιστικών σωλήνων (φάση υπερχειίλισης λαδιού).

A) Κοντύτεροι ρυθμιστικοί σωλήνες:

Διεύρυνση της διαμέτρου υπερχειίλισης για τη φάση λαδιού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα λεπτότερο στρώμα λαδιού στο τύμπανο, ενώ η ολοκληρωμένη φάση λαδιού περιέχει υψηλότερο ποσοστό νερού και γαλακτώματος.

B) Μακρύτεροι ρυθμιστικοί σωλήνες:

Περιορισμός της διαμέτρου υπερχειίλισης για τη φάση λαδιού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα παχύτερο στρώμα λαδιού στο τύμπανο, ενώ η ολοκληρωμένη φάση λαδιού περιέχει μικρότερο ποσοστό νερού και γαλακτώματος. Το ποσοστό λαδιού στο νερό μπορεί να μεγαλώσει.

Παρατήρηση:

Κατά την επεξεργασία καρπού ελιάς, σε τριφασικό διαχωριστήρα, πρέπει στο μείγμα της ελιάς να προστεθεί επαρκής ποσότητα διαλυτικού νερού. Η ποσότητα εξαρτάται από:

- a) Το βαθμό ωρίμανσης της ελιάς ή
- b) το ποσοστό νερού της ελιάς.

Η ποσότητα του διαλυτικού νερού είναι επαρκής, όταν τα απόνερα εμφανίζουν χαμηλή ρευστότητα (ιξώδες) και δουλεύονται σωστά από την αιωρούμενη σήτα, που είναι τοποθετημένη στο τέλος. Αν τα απόνερα που εκρέουν είναι πηκτά, θα πρέπει να αυξήσετε την ποσότητα του διαλυτικού νερού.

3. Μεταβολή του αριθμού στροφών του τυμπάνου.

Υψηλός αριθμός στροφών τυμπάνου ευνοεί γενικά τον καθαρισμό και το διαχωρισμό, απαιτεί όμως υψηλότερες αποδόσεις κινητήρων. Επίσης μπορεί να επιδράσει δυσμενώς και στη μεταφορά του στερεού υλικού όπως και να αυξήσει τις φθορές του μηχανήματος. (πηγή: Westfalia 2002)

2.5 ΛΙΠΑΝΣΗ

Τα έδρανα κύλισης (ρουλεμάν) του τυμπάνου και του ατέρμονα και το κιβώτιο ταχυτήτων (σανσμάν) λιπαίνονται με λιπαντικό SAG 160. Το γράσο που υπάρχει στα έδρανα κύλισης του ατέρμονα δεν χρειάζεται κατά βάση ν' αντικατασταθεί.

Τα έδρανα κύλισης του τυμπάνου πρέπει να λιπαίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ρυθμιστές ποσότητας λιπαντικού μεταφέρουν το μεταχειρισμένο και πλεονάζον λιπαντικό εκτός της διάταξης εμποδίζοντας έτσι μια υπερλίπανση των εδράνων κύλισης.

2.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ

Η διάταξη έκχυσης παίρνει κίνηση από ένα ηλεκτροκινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος και από ένα ιμάντα.

Η αύξηση του αριθμού στροφών του ατέρμονα επιτυγχάνεται με ένα περιστρεφόμενο κιβώτιο ταχυτήτων. Οι τροχαλίες των ιμάντων μπορεί ν' αντικαθίστανται, προκειμένου να τροποποιείται ο αριθμός στροφών του τυμπάνου και ο διαφορικός αριθμός στροφών,

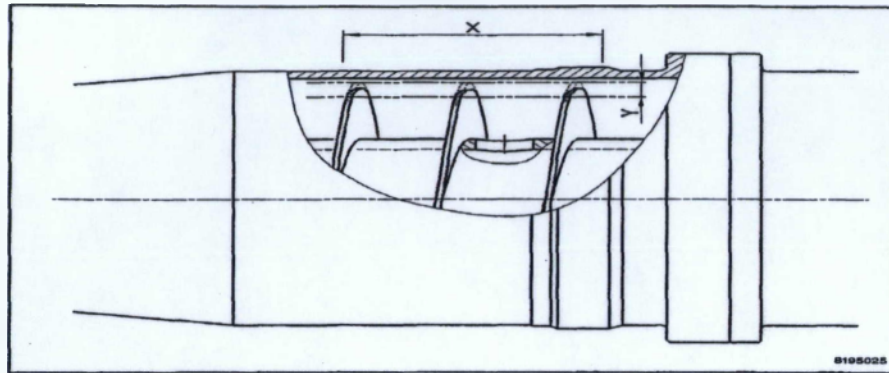
Η κινητήρια μονάδα, για εξοικονόμηση χώρου είναι εγκατεστημένη κάτω από το τύμπανο και μεταξύ των ποδιών ικριώματος.

2.7 ΑΤΕΡΜΟΝΑΣ ΚΟΧΛΙΑΣ

Σε τακτά χρονικά διαστήματα ο ατέρμονας κοχλίας πρέπει να ελέγχεται για τυχόν φθορές, Αν η φθορά των ελίκων του ατέρμονα είναι υπερβολική, η απόδοση της διάταξης έκχυσης περιορίζεται. Είναι κάτι που θα το αντιληφθούμε από το υψηλό ποσοστό υγρασίας του απορριπτόμενου στερεού υλικού.

2.7.1 Φθορά του ατέρμονα

Χωρίς να υπολογίζουμε τις εξαιρέσεις, η φθορά εμφανίζεται ιδιαίτερα στη ζώνη παροχής προϊόντος και συγκεκριμένα στις έλικες 2-3 (X). (εικόνα 28)



Εικόνα 28: Ζώνη φθοράς τυμπάνου (πηγή: Westfalia 2002)

Γι' αυτή τη μικρή περιοχή μπορεί να θεωρηθεί ως παραδεκτή μεγάλη φθορά, μονόπλευρη περ. 20 μμ (Y), για να είναι όσο το δυνατόν καλύτερη η εκμετάλλευση της λοιπής θωράκισης.

Η μεγάλη φθορά στη ζώνη παροχής προϊόντος δεν προκαλεί μεγάλα επισκευαστικά έξοδα. Εκτός της φθοράς των ελίκων του ατέρμονα θα πρέπει να ελέγχουμε και τη φθορά των διανομέων.

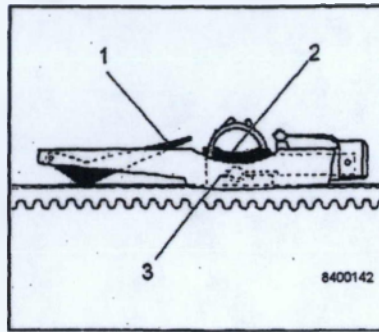
2.8 ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΙ ΙΜΑΝΤΕΣ

Οι κινητήριοι ιμάντες πρέπει να ελέγχονται τακτικά ως προς την έδραση και τη γενική τους κατάσταση. Ενδείξεις, για ενδεχόμενη ανεπαρκή τάση του ιμάντα ή για φθαρμένο ιμάντα μπορεί να είναι οι ακόλουθες:

- Αυξημένοι θόρυβοι από ιμάντες που ταλαντεύονται και κτυπούν.
- Μεγάλη πτώση αριθμού στροφών υπό φορτίο (αρ. στροφών τυμπάνου ή ολίσθηση ιμάντων),

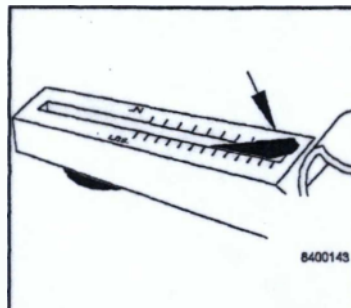
Το όργανο μετρήσεων (εικόνα 29) αποτελείται από:

- 1 Βραχίονας ενδείξεων
- 2 Επιφάνεια πίεσης
- 3 Ελατήριο πίεσης



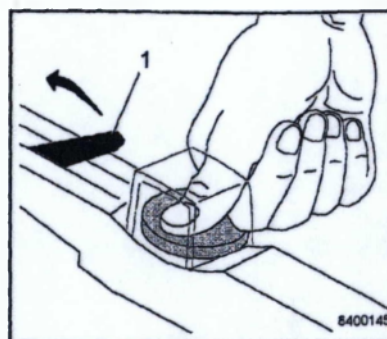
Εικόνα 29: όργανο μετρήσεων (πηγή: Westfalia 2002)

- A. Σύρουμε το βραχίονα ενδείξεων του οργάνου μετρήσεων μέχρι το άκρο της επιφάνειας της κλίμακας. (Εικόνα 30)



Εικόνα 30: βραχίονας οργάνου (πηγή: Westfalia 2002)

- B. Τοποθετούμε το όργανο μετρήσεων κεντρικά μεταξύ των δύο τροχαλιών ιμάντων και πάνω στον ιμάντα.
- C. Με ένα δάκτυλό μας πιέζουμε αργά την επιφάνεια πίεσης. Συγχρόνως ο βραχίονας ενδείξεων μετακινείται πάνω στην επιφάνεια της κλίμακας. Μόλις ακούσουμε ένα χαρακτηριστικό "klik", σταματάμε να πιέζουμε. Ανασηκώνουμε προσεκτικά το όργανο χωρίς να μετακινήσουμε το βραχίονα ενδείξεων. (εικόνα 31)



Εικόνα 31: Κουμπί οργάνου (πηγή: Westfalia 2002)

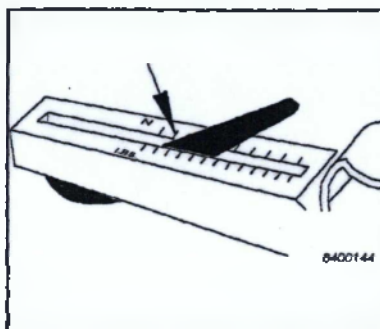
D. Διαβάζουμε την τιμή μέτρησης που αντιστοιχεί στο σημείο τομής της επάνω ακμής του βραχίονα ένδειξης και της επιφάνειας της κλίμακας.

Η ιδανική τιμή για ένα σωστά ερελκυσμένο ιμάντα ανέρχεται για

- καινούριους ιμάντες: $1000 \pm 50\text{N}$

- και για μεταχειρισμένους: $800 \pm 50\text{N}$

E. Ελαττώνουμε την τάση του ιμάντα ή αυξάνουμε την ανάλογα με' το αποτέλεσμα της μέτρησης έτσι ώστε να επιτύχουμε την επιθυμητή τιμή τάσης. (εικόνα 32)



Εικόνα 32: Ρύθμιση βραχίονα (πηγή: Westfalia 2002)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

SEPARATOR (ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΕΣ ΜΕ ΔΙΣΚΟΥΣ)

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υπάρχουν δύο τύποι διαχωριστήρων, κλειστού (αυτοκαθαριζόμενοι) (εικόνα 33) και ανοικτού τύπου (παλαιότεροι). Παρακάτω θα εξηγήσουμε τον τρόπο λειτουργίας του φυγοκεντρικό διαχωριστήρα με δίσκους κλειστού τύπου, αυτοκαθαριζόμενο της Γερμανικής εταιρίας Westfalia (ως επί το πλείστον). Πρέπει να έχουμε υπ' όψιν μας ότι οι διαχωριστήρες, είτε είναι ανοικτού τύπου (μη αυτοκαθαριζόμενοι), είτε είναι κλειστού τύπου, βασίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας, χρησιμοποιώντας την φυγόκεντρο δύναμη, υπάρχουν διαφορές όσο αφορά την διάταξη κατασκευής (τοποθέτηση κινητήρα, σωληνώσεις εξόδου λαδιού, νερού κ.τ.λ.).



Εικόνα 33: Διαχωριστήρας με δίσκους-Westfalia

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ

Ο σκοπός του διαχωρισμού είναι να:

1. Να ελευθερώσει ένα υγρό από τα στερεά τεμάχια,
2. Να διαχωρίσει δύο κοινά αδιάλυτα υγρά με διαφορετικές πυκνότητες ενώ ταυτόχρονα αφαιρεί και τα στερεά (εικόνα 34)
3. Να διαχωρίσει και να συγκεντρώσει τα στερεά τμήματα από ένα υγρό (εικόνα 35)



Εικόνα 34: Μη διαχωρισμένο υγρό Εικόνα 35: Διαχωρισμένο υγρό

3.2.1 Αρχές λειτουργίας του διαχωριστή

Το δοχείο του διαχωριστή καθορίζει το πεδίο εφαρμογής για το οποίο χρησιμοποιείται ο διαχωριστής. Πριν περιγραφεί το δοχείο με περισσότερες λεπτομέρειες, επεξηγείται πρώτα η γενική αρχή λειτουργίας ενός διαχωριστή.

Μπορούν να διαχωριστούν μίγματα υγρών ή μίγματα υγρών – στερεών

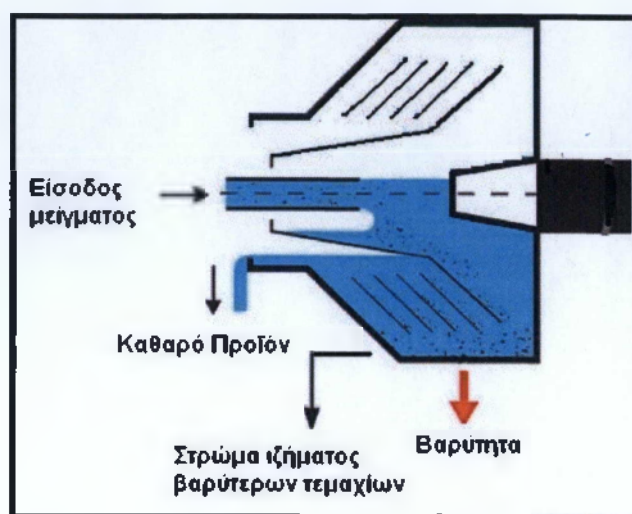
- Στο πεδίο βαρύτητας μίας δεξαμενής καθίζησης ή
- Στο φυγοκεντρικό πεδίο ενός διαχωριστή με την προϋπόθεση ότι τα συστατικά έχουν διαφορετική πυκνότητα.

Το φυγοκεντρικό πεδίο ενός διαχωριστή είναι σημαντικά πιο αποτελεσματικό από το πεδίο βαρύτητας μίας δεξαμενής καθίζησης, ο διαχωρισμός σε διαχωριστή είναι αρκετά πιο γρήγορος από ό,τι ο διαχωρισμός σε δεξαμενή καθίζησης (Pieralisi 2004).

3.2.2 Διαχωρισμός μέσο βαρύτητας

Ένα υγρό μίγμα σε ένα ακίνητο δοχείο (Εικόνα 36) θα καθαρίσει αργά καθώς τα στερεά και βαρύτερα τμήματα κατακάθονται στον πυθμένα λόγω βαρύτητας. Ένα ελαφρύτερο υγρό ανεβαίνει πάνω ενώ ένα βαρύτερο κάθεται κάτω και τα στερεά βυθίζονται. Συνεχείς διαχωρισμός και ιζηματοποίηση μπορεί να επιτευχθεί σ' ένα δοχείο που έχει εξόδους σε σημεία ανάλογα με την διαφορά πυκνότητας των υγρών. Τα βαρύτερα τμήματα στο υγρό μίγμα

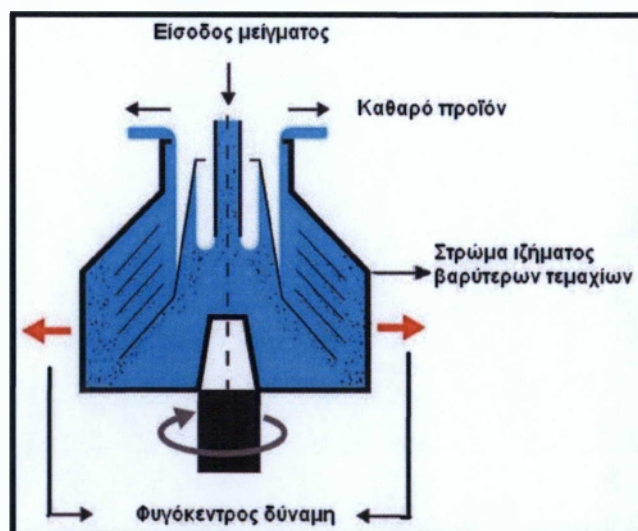
θα δημιουργήσουν ένα στρώμα ιζήματος στον πυθμένα.



Εικόνα 36: Διαχωρισμός μέσω βαρύτητας

3.2.3 Φυγοκεντρικός διαχωρισμός

Σ' ένα ταχέως περιστρεφόμενο τύμπανο (Εικόνα 37), η δύναμη της βαρύτητας αντικαθίσταται με την φυγόκεντρο δύναμη, που είναι πολλές φορές μεγαλύτερη. Ο διαχωρισμός και η ιζηματοποίηση είναι συνεχής και συμβαίνουν πολύ γρήγορα. Η φυγόκεντρος δύναμη στο μπόλ μπορεί να πετύχει σε λίγα δευτερόλεπτα αυτό που σε ένα δοχείο υπό την επίδραση της βαρύτητας θα χρειαζόταν ώρες. Η απόδοση του διαχωρισμού επηρεάζεται από την αλλαγή του ιξώδους και την θερμοκρασία.



Εικόνα 37: Φυγοκεντρικός διαχωρισμός

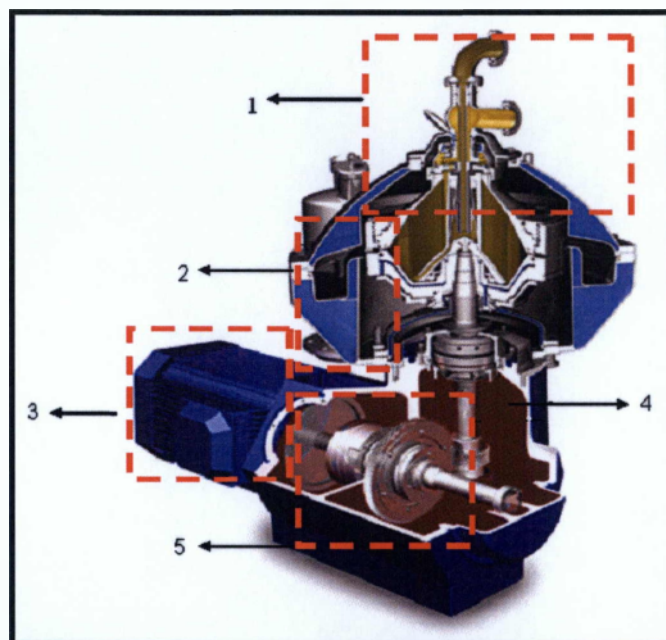
3.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

Για μερικούς τύπους επεξεργαζόμενων υγρών (π.χ. ορυκτό λάδι) μία υψηλή θερμοκρασία διαχωρισμού θα αυξήσει την απόδοση διαχωρισμού. Η θερμοκρασία επηρεάζει το ιξώδες και την πυκνότητα και πρέπει να κρατείται σταθερή κατά την διαδικασία του διαχωρισμού.

Ιξώδες. Το ιξώδες είναι η αντίσταση του υγρού ενάντια την κίνηση. Το χαμηλό ιξώδες διευκολύνει τον διαχωρισμό. Το ιξώδες μειώνεται κατά την θέρμανση.

Πυκνότητα είναι η μάζα ανά μονάδα όγκου. Όσο μεγαλύτερη διαφορά πυκνότητας μεταξύ των δύο υγρών τόσο ευκολότερος ο διαχωρισμός διαφορά πυκνότητας αυξάνει με την θέρμανση. (Pieralisi 2004)

3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ



Εικόνα 38: Σχεδιασμός διαχωριστήρα

1. Τομέας λειτουργίας: Οι εισοδοι και έξοδοι τροφοδοσίας είναι τοποθετημένοι στην κορυφή του διαχωριστήρα.
2. Τομέας απολάσπωσης: έξοδος στερεών υλικών.
3. Ηλεκτρικός κινητήρας: περιστρέφει το δοχείο μέσω γραναζιών.
4. Χώρος λίπανσης.
5. Τομέας οδήγησης.

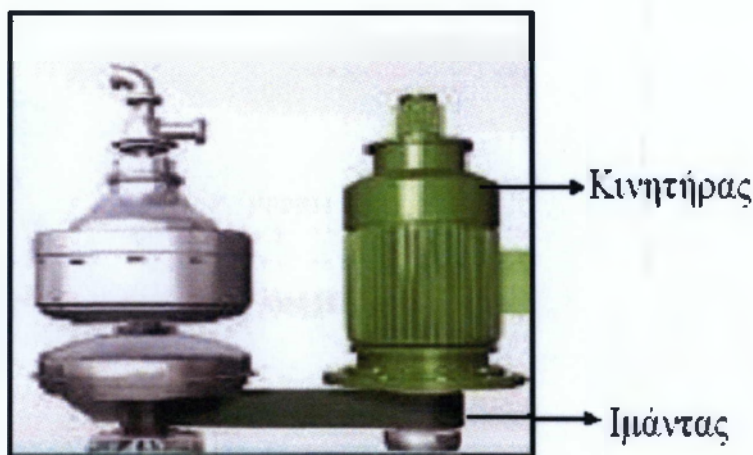
3.4.1 Περιγραφή

Ο διαχωριστήρας περιλαμβάνει ένα τομέα επεξεργασίας και ένα τομέα οδήγησης που περιλαμβάνει τον ηλεκτρικό κινητήρα. Το πλαίσιο του διαχωριστήρα αποτελείται από τον κορμό και το κάλυμμα του πλαισίου. Ο κινητήρας προσαρμόζεται στο πλαίσιο διαχωριστήρας πατάει σε αντικραδασμικά παρεμβύσματα. Το κάτω τμήμα του διαχωριστήρα περιλαμβάνει τον επίπεδο ιμάντα μετάδοσης και ένα κάθετο άξονα. Στο κατώτερο τμήμα βρίσκεται επίσης μια ελαιολεκάνη αποστράγγισης για την λίπανση των εδράνων του άξονα. Το κάλυμμα του διαχωριστήρα περιλαμβάνει επίσης τα τμήματα επεξεργασίας, εισόδους, εξόδους και σωληνώσεις. Τα υγρά προς επεξεργασία καθαρίζονται στο δοχείο. Το δοχείο είναι τοποθετημένο στο ανώτερο τμήμα του κάθετου άξονα και περιστρέφεται με υψηλή ταχύτητα μέσα στο κάλυμμα. Το μπόλ περιλαμβάνει επίσης και τον μηχανισμό απολάσπωσης που αδειάζει την λάσπη κατά την λειτουργία. Ένας αισθητήρας είναι τμήμα του εξοπλισμού για να εποπτεύει τις λειτουργίες του διαχωριστήρα.

3.5 ΤΟΜΕΑΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

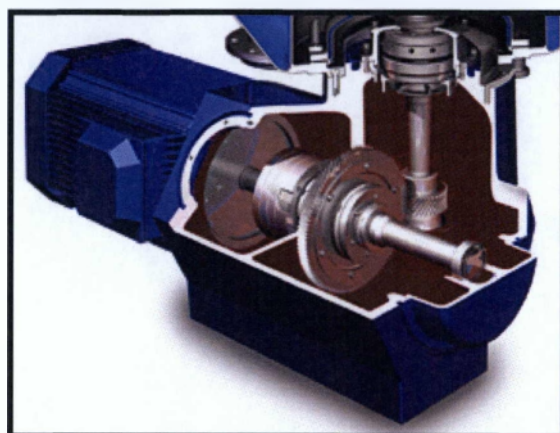
Το δοχείο οδηγείται είτε με κινητήρα μέσω ιμάντα, είτε με μετάδοση μέσω οδοντωτών τροχών (γρاناζιών).

Η μετάδοση μέσω επίπεδου ιμάντα (Εικόνα 39) έχει σχέση μετάδοσης που αυξάνει κατά πολλές φορές την ταχύτητα του δοχείου συγκρινόμενη με του κινητήρα.



Εικόνα 39: Τομέας οδήγησης

Η μετάδοση της ισχύος μέσω οδοντωτών τροχών (γρاناζιών) (Εικόνα 40) στην άτρακτο του δοχείου επιτυγχάνεται μέσω ενός φυγοκεντρικού συμπλέκτη στον άξονα του ελικοειδούς τροχού και από εκεί μέσω ενός συνεργαζόμενου ελικοειδούς τροχού στην άτρακτο του δοχείου, όπου ο πρώτος ελικοειδής τροχός είναι το κινητήριο μέλος και ο συνεργαζόμενος τροχός είναι το κινούμενο μέλος.



Εικόνα 40: Τομέας οδήγησης

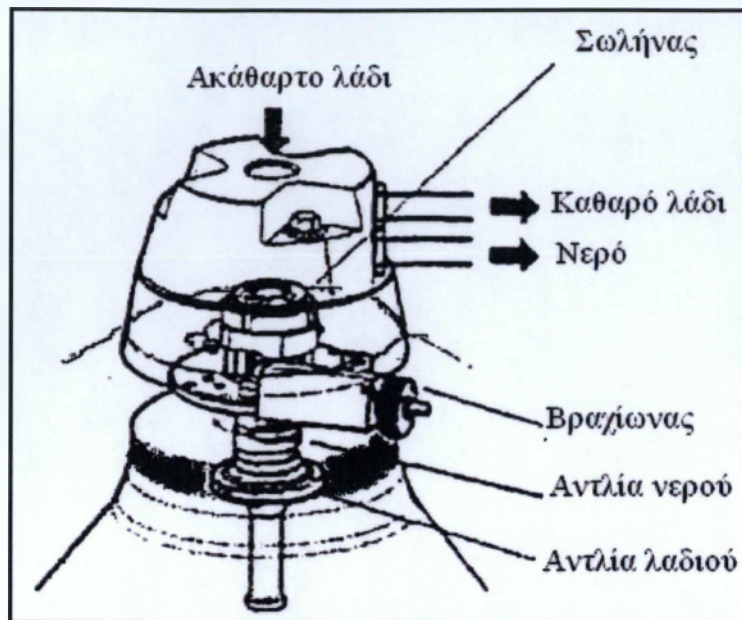
3.6.ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η διαδικασία επεξεργασίας λαμβάνει χώρα μέσα στο περιστρεφόμενο δοχείο. Η τροφοδοσία και έξοδος του επεξεργαζόμενου υγρού γίνεται στο τμήμα εισόδων-εξόδων στο άνω τμήμα του καλύμματος πλαισίου. (Εικόνα 41,42)

Το τμήμα εισόδων-εξόδων αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

Κέλυφος συνδέσεων για τις σωλήνες: Μέσα στο κέλυφος βρίσκεται μια σωλήνα με αντλία λαδιού και νερού. Η σωλήνα έχει κανάλια για το εισερχόμενο και εξερχόμενο υγρό προς επεξεργασία. Οι αντλίες τραβούν το καθαρό λάδι και το νερό αντιστοίχως έξω από το μπολ.

Η αντλία νερού μπορεί να κινείται περιφερειακά. Κατά τον διαχωρισμό είναι δυνατόν να ρυθμίσετε την αντλία νερού απ' έξω.



Εικόνα 41: Τομέας επεξεργασίας Pieralisi 2004



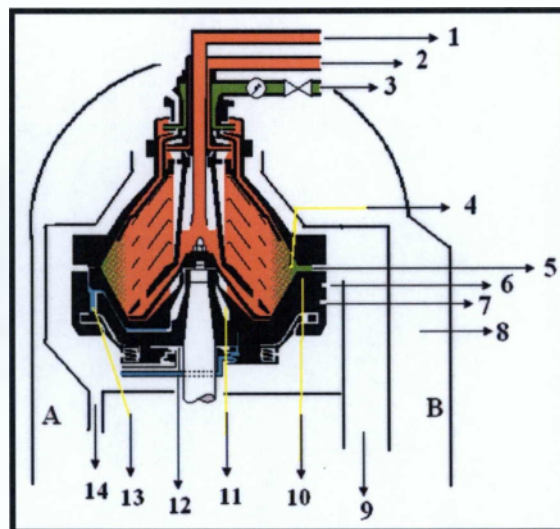
Εικόνα 42: Τομέας επεξεργασίας

Οι δύο αντλίες βρίσκονται μέσα στον διαχωριστήρα στην κορυφή του μπολ. Το τμήμα εισόδων-εξόδων κρατιέται από το κάλυμμα πλαισίου (εικόνα 43) από ένα παξιμάδι στο τέρμα της σωλήνας εισόδου. Οι δακτύλιοι ρύθμισης ύψους καθορίζουν το ύψος της αντλίας λαδιού και της αντλίας νερού ως προς το μπολ.



Εικόνα 43: Είσοδος-έξοδος Westfalia

3.7.ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΕΜΒΟΛΟΥ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ



Εικόνα 44: Πηγή: <http://neelkamalspares.com/images/separatorspares.gif>

A Διαχωρισμός – Δοχείο κλειστό

B Εξαγωγή – Δοχείο ανοιχτό

1. Τροφοδοσία προϊόντος
2. Τροφοδοσία για νερό συμπλήρωσης
3. Εκροή συστατικού μικρού ειδικού βάρους (κεντρομόλος αντλία)
4. Χώρος συλλογής στερεών
5. Θυρίδες εξαγωγής στερεών (δοχείο)
6. Κλείσιμο εκροής υγρού
7. Άνοιγμα εκροής υγρού
8. Εκροή συστατικού μεγάλου ειδικού βάρους (ρυθμιστικός δακτύλιος)
9. Εξαγωγή στερεών
10. Έμβολο ολίσθησης
11. Θάλαμος έγχυσης
12. Τροφοδοσία υγρού ελέγχου
13. Δακτυλιοειδές έμβολο
14. Εκροή υγρού λειτουργίας

Το υγρό λειτουργίας (κυρίως νερό) που τροφοδοτείται μέσα στο περιστρεφόμενο δοχείο δημιουργεί υψηλή φυγόκεντρη πίεση. Αυτή η πίεση χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση του δακτυλιοειδούς εμβόλου και του εμβόλου ολίσθησης τα οποία ανοίγουν και κλείνουν το δοχείο.

Το έμβολο ολίσθησης και το δακτυλιοειδές έμβολο

- Βρίσκονται, όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, μέσα στον πυθμένα του δοχείου
- Περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα όπως τα υπόλοιπα εξαρτήματα του δοχείου και
- Μπορούν να κινηθούν αξονικά.

Κλείσιμο του δοχείου

Μετά την έναρξη λειτουργίας του διαχωριστή, η διάταξη διακοπής για το υγρό λειτουργίας ενεργοποιείται μέσω της μονάδας ελέγχου.

Το υγρό λειτουργίας

- Ρέει μέσα στον θάλαμο έκχυσης του πυθμένα του δοχείου και
- Από εκεί μέσω των οπών εισαγωγής μέσα στον θάλαμο κλεισίματος

Με αυτό τον τρόπο αρχίζει το κλείσιμο του δοχείου

Το δακτυλιοειδές έμβολο

- Κινείται στη θέση κλεισίματος

Η πίεση του υγρού στο θάλαμο κλεισίματος

- Προκαλεί την άνοδο του εμβόλου ολίσθησης,
- Ωθεί το έμβολο ολίσθησης πάνω στο στεγανοποιητικό δακτύλιο του δοχείου,
- Κλείνοντας έτσι το δοχείο.

Άνοιγμα του δοχείου (εξαγωγή)

Η διάταξη διακοπής για το υγρό λειτουργίας ανοίγει μέσω της μονάδας ελέγχου.

Το υγρό λειτουργίας

- Ρέει πρώτα μέσα στο θάλαμο έκχυσης και
- Έπειτα μέσα στο θάλαμο ανοίγματος.

Το δακτυλιοειδές έμβολο

- Ανεβαίνει προκαλώντας έτσι

- Το άδειασμα του θαλάμου κλεισίματος.

Το έμβολο ολίσθησης

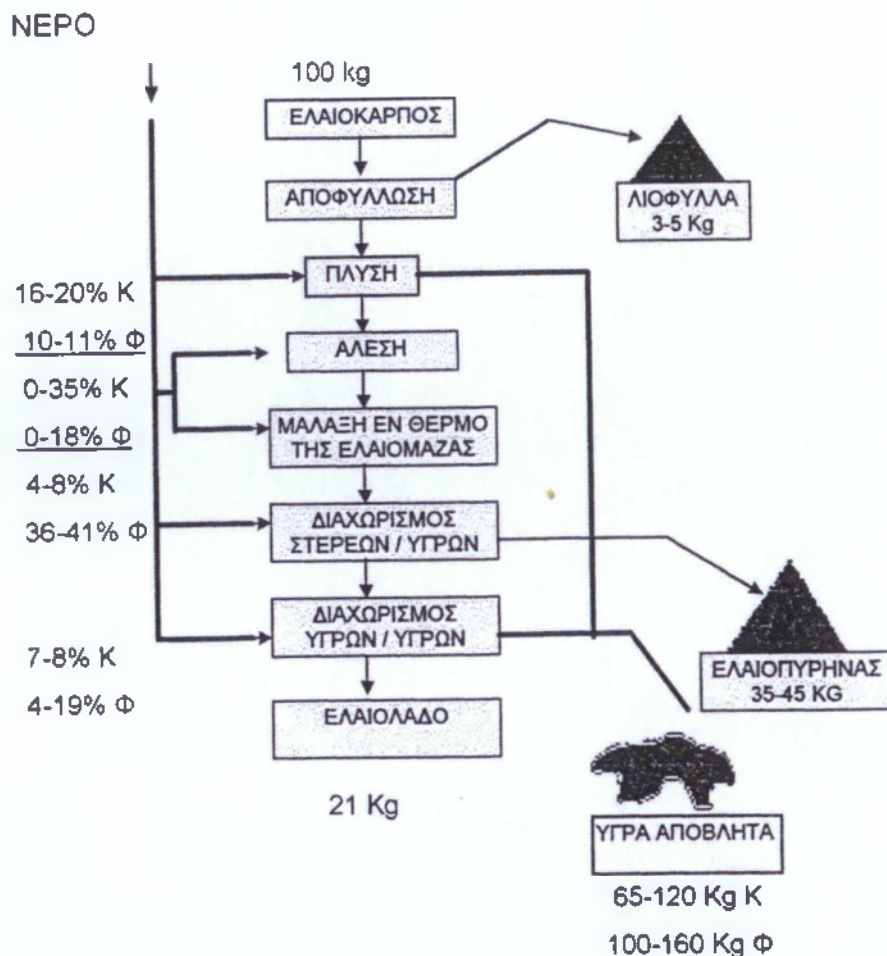
- Κινείται προς τα κάτω και
- Απελευθερώνει τις οπές εξαγωγής στον πυθμένα του δοχείου και των διαχωρισμένων στερεών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΥΤΩΝ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η επεξεργασία του ελαιοκάρπου στα ελαιοτριβεία (ανεξαρτήτως τύπου και κατασκευαστικών διαφορών) ακολουθεί σε γενικές γραμμές την ροή χειρισμών που περιγράφεται στο διάγραμμα του σχήματος 1.



Σχήμα 1: Γενικευμένο διάγραμμα ροής επεξεργασίας του ελαιοκάρπου σε κλασσικού τύπου (K) και φυγοκεντρικά (Φ) ελαιοτριβεία. (πηγή: <http://www.tdcolive.net>)

Από αυτή την επεξεργασία εκτός από το λάδι παραλαμβάνουμε τα παρακάτω υποπροϊόντα:

α) **Ελαιοπυρήνα** (λιοκόκκια) που συνίσταται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (εξωκάρπιο, σαρκώδες μεσοκάρπιο, αποξυλωμένο ενδοκάρπιο), υπολείμματα ελαίου και ένα ποσοστό υγρασίας,

β) **Λιόφυλλα** που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιόκαρπο, και

γ) μια σημαντική σε όγκο και οργανικό φορτίο ποσότητα υγρών αποβλήτων, γνωστά ως **κασιγάροι, λιόζουμα, ή μούργες**. Τα υγρά απόβλητα αποτελούνται κατά βάση από το ζεστό και κρύο νερό, που προστίθεται κατά τη διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο και από τους φυτικούς χυμούς που απελευθερώνονται μετά την σύνθλιψη του ελαιοκάρπου και τη μάλαξη της ελαιοζύμης.

4.2.ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑΣ

Η ελαιοπυρήνα είναι πολτώδης μάζα που απομένει από την ελαιοζύμη μετά την απομάκρυνση του ελαιολάδου και των απόνερων. Η εμπορική τιμή της ελαιοπυρήνας εξαρτάται κατά βάση από την περιεκτικότητα της σε ελαιόλαδο και νερό. Η περιεκτικότητα της ελαιοπυρήνας στα συστατικά αυτά επηρεάζεται από:

- τον τύπο του ελαιουργείου και
- τις συνθήκες επεξεργασίας.

Η ελαιοπυρήνα που προέρχεται από τα κλασικά ελαιουργεία (πιεστήρια) είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε υγρασία, ενώ αυτή των φυγοκεντρικών περιέχει υψηλό ποσοστό υγρασίας (Carola 1975, Κουτσαυτάκης και οι συνεργάτες του 1979, Ranalli και Angerosa 1996, Κυριτσάκης 1993, Kiritsakis 1998).

Η ελαιοπυρήνα εκτός από το έλαιο, περιέχει: πρωτεΐνες, κυτταρίνη και ορισμένα άλλα συστατικά, όπως νερό, πολυφαινόλες κ.λπ. (Πίνακας 1). Το έλαιο που περιέχει η ελαιοπυρήνα προέρχεται αφ' ενός από τον πυρήνα (κουκούτσι) του ελαιοκάρπου και ειδικότερα από το ενδοσπέρμιο και αφ' ετέρου από το σαρκώδες μέρος του (μεσοκάρπιο). Το έλαιο αυτό (πυρηνέλαιο) έχει σε κάποιο βαθμό παρόμοια ποιοτική σύνθεση με το

ελαιόλαδο αλλά δεν είναι κατάλληλο για κατανάλωση, πριν υποβληθεί σε χημική επεξεργασία (εξευγενισμό).

Η συνολική περιεκτικότητα της ελαιοπυρήνας σε φαινολικά συστατικά είναι μικρότερη απ' αυτή των αποβλήτων. Αυτό συμβαίνει επειδή τα φαινολικά συστατικά είναι υδατοδιαλυτά. Έτσι κατά την επεξεργασία του καρπού στο ελαιουργείο, ένα σημαντικό μέρος αυτών των συστατικών διαλύεται στα απόβλητα.

Τα κύρια φαινολικά οξέα που απαντούν στην ελαιοπυρήνα και στα απόβλητα είναι το γαλλικό, το πρωτοκατεχικό, το *ρ*-υδροξυβενζοϊκό το βανιλικό και το καφεϊκό. Τα φαινολικά συστατικά που βρίσκονται στην ελαιοπυρήνα και στα απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντιοξειδωτικά για άλλα λίπη και έλαια.

♦ Αλλοιώσεις ελαιοπυρήνας

Ένας από τους παράγοντες που προκαλούν τη γρήγορη αλλοίωση του ελαίου της ελαιοπυρήνας, είναι η περιεχόμενη σ' αυτήν υγρασία η οποία ευνοεί την υδρόλυση των τριγλυκεριδίων και την αύξηση της οξύτητας. Έτσι η οξύτητα του είναι δυνατό να αυξηθεί σημαντικά μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά ελαιοπυρήνας από κλασικό ελαιουργείο και από φυγοκεντρικό τριών και δύο φάσεων.

Χαρακτηριστικά	Κλασικό ελαιουργείο	Φυγοκεντρικό τριών φάσεων	Φυγοκεντρικό δύο φάσεων
Υγρασία %	27,3+/-1,048	50,23+/-1,935	56,80+/-2,188
Λάδι %	8,72 +/- 3,254	3,89 +/-1,449	4,65+/-1,736
Πρωτεΐνες %	4,77 +/- 0,024	3,43+/- 0,017	2,87 +/- 0,014
Συνολικά σάκχαρα %	1,38+/-0,016	0,99+/-0,012	0,83+/-0,010
Κυτταρίνη %	24,1 +/-0,283	17,37+/-0,203	14,54+/-0,170
Ημικυτταρίνη %	11,0 +/- 0,608	7,92 +/- 0,438	6,63 +/- 0,366
Τέφρα %	2,36 +/- 0,145	1,70+/-0,105	1,42+/-0,088
Λιγνίνη %	14,1 +/-0,291	10,21 +/-0,209	8,54+/-0,175
Οργανικό άζωτο %	0,71 +/-0,010	0,51 +/- 0,007	0,43 +/- 0,006
Φώσφορος ως P ₂ O ₅ %	0,07 +/- 0,005	0,05 +/- 0,004	0,04 +/- 0,003

Φαινολικές ενώσεις %	1,14+/-0,06	0,326 +/- 0,035	2,43+/-0,15
Κάλιο ως K ₂ O %	0,54 +/- 0,045	0,39 +/- 0,033	0,32 +/- 0,027
Ασβέστιο ως CaO %	0,61 +/- 0,059	0,44 +/- 0,043	0,37 +/- 0,036
Ολικός άνθρακας %	42,9 +/- 3,424	29,03+/-2,317	25,37 +/- 2,025
Λόγος C/N	60,7 +/- 5,352	57,17+/-5,033	59,68 +/- 5,254
Λόγος C/P	588,0+/-51,25	552,9+/-48,20	577,2 +/- 50,31

Αυτό είναι συνέπεια κυρίως της δράσης του ενζύμου λιπάση που υπάρχει στην ελαιοπυρήνα και προέρχεται από τον ελαιόκαρπο, αλλά και της λιπάσης η οποία ελευθερώνεται από τους μικροοργανισμούς *Gliomastrix chartarum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus glaucus*, *Cephalosporium* sp, κλπ. Οι οργανισμοί αυτοί αναπτύσσονται στην ελαιοπυρήνα κατά το χρόνο της αποθήκευσης, λόγω της υγρασίας και της θερμοκρασίας. Εκτός από την αύξηση της οξύτητας κατά την αποθήκευση της ελαιοπυρήνας προκαλείται οξειδωση του πυρηνελαίου, αλλοίωση που υποβαθμίζει περισσότερο την ποιότητα του (Carola 1975, Κυριτσάκης 1993, Kiritsakis 1998).

Πολλά πειράματα έχουν γίνει για την εξεύρεση μεθόδων διατήρησης της ελαιοπυρήνας, ώστε να περιορίζεται η αλλοίωση του περιεχομένου ελαίου στο ελάχιστο. Αν και οι σχετικές μελέτες έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα, το πρόβλημα δεν λύθηκε οριστικά. Έτσι, το καλύτερο είναι να γίνεται επεξεργασία της ελαιοπυρήνας το γρηγορότερο μετά την παραλαβή της, γιατί αποθήκευση ακόμη και λίγων ημερών προκαλεί σημαντικές αλλοιώσεις, στο πυρηνέλαιο. Ακόμη με τον χρόνο λαμβάνουν χώρα ζυμώσεις των συστατικών της με αποτέλεσμα να μολύνεται η γύρω περιοχή.

4.2.1. Το πυρηνέλαιο

Πυρηνέλαιο είναι το λάδι που αποχωρίζεται από τον πλακούντα των υδραυλικών πιεστηρίων (ελαιοπυρήνη) ή το υπόλειμμα (λάσπη) των φυγοκεντρικών ή άλλου τύπου διαχωριστήρων, έπειτα από τη μερική ξήρανση και την εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες. Η πλήρης εξάντληση της ελαιοζύμης (προϊόν αλέσεως του ελαιοκάρπου) δεν είναι ποτέ δυνατή, οποιοδήποτε σύστημα κατεργασίας και αν εφαρμοσθεί. Απομένει πάντοτε λάδι, το οποίο

κυμαίνεται μέσα σε ευρέα όρια, γενικά όμως, είναι τόσο περισσότερο ως εκατοστιαίο ποσοστό επί του βάρους του πλακούντα, όσο μικρότερη είναι η περιεχόμενη υγρασία.

Η βιομηχανία, που παράγει το πυρηνέλαιο, είναι γνωστή ως πυρηνελαιουργία και χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη πάντοτε το υπόλειμμα εκ του διαχωρισμού του παρθένου ελαιολάδου.

Η περιεκτικότητα σε λάδι, αλλά και σε φυτικά υγρά της πρώτης ύλης, που χρησιμοποιεί η πυρηνελαιουργία, εξαρτάται από:

- Την ποιότητα του ελαιοκάρπου.
- Το βαθμό της λειοτριβήσεώς του.
- Το διάγραμμα κατεργασίας της ελαιοζύμης (μία ή δύο πιέσεις σε υδραυλικό πιεστήριο ή υπερπιεστήριο, φυγοκέντρωση της πάστας σε ντεκάντερ, διαχωρισμός με βάση τις δυνάμεις συνάφειας κ.τ.λ).

4.2.1.1 Στάδια επεξεργασίας της ελαιοπυρήνης

Τα στάδια επεξεργασίας της ελαιοπυρήνης είναι τρία, η ξήρανση, η λειοτριβήση και η εκχύλιση, όπως περιγράφονται στις επόμενες σελίδες:

α) Ξήρανση της ελαιοπυρήνης

Η υγρή ελαιοπυρήνη έχει λιποφοβικές ιδιότητες και θα πρέπει ν' απαλλαγεί, τουλάχιστο από το μεγαλύτερο ποσοστό της υγρασίας, για να διευκολυνθεί η απολίπανση της και να ολοκληρωθεί μέσα σε βραχύ χρονικό διάστημα. Τα ξηραντήρια, στα οποία αποξηραίνεται η ελαιοπυρήνη, είναι διαφόρων τύπων, ανάλογα με τη δυναμικότητα των εκάστοτε πυρηνελαιουργείων.

Αν η διατιθέμενη προς ξήρανση νωπή ελαιοπυρήνη είναι περισσότερη από οκτώ τόννους ημερησίως, τότε η ξήρανση γίνεται σε ξηραντήρια συνεχούς λειτουργίας (εικόνα 45). Τα τελευταία, παρότι είναι διαφόρων τύπων, αποτελούνται σε γενικές γραμμές από τα κάτωθι επί μέρους τμήματα.

- Ένα κύλινδρο από σιδηρόφυλλο διαφόρου διατομής (tunnel), διαμέσου του οποίου κινείται η ελαιοπυρήνη.
- Μία εστία εγκαταστημένη στο ίδιο σημείο με τη χοάνη τροφοδοσίας.
- Έναν ανεμιστήρα εγκαταστημένο, πριν από την εστία, που εισπνέει μέσα στη σήραγγα το ζεστό αέρα.



Εικόνα 45: Εσωτερικό ξηραντηρίου συνεχούς λειτουργίας στο εργοστάσιο ΠΥΡΗΝΑΣ ALFA Α.Ε. στην Καλαμάτα

Η κίνηση της ελαιοπυρήνης από την εισόδο προς την έξοδο του κυλίνδρου γίνεται, είτε διαμέσου ατέρμονα κοχλία, είτε με την περιστροφική κίνηση ολόκληρου του κυλίνδρου, που έχει ελαφριά προς τα εμπρός κλίση. Στην τελευταία περίπτωση, η κίνηση μεταδίδεται από κινητήρα, διαμέσου οδοντωτών κοχλιών (γριναζιών) στερεώς προσαρμοσμένων κατά τα δύο πέρατα αυτού. Ο ανεμιστήρας εισπνέει αέρα, αρχικά μέσα στην εστία και στη συνέχεια, μέσα στον κύλινδρο (tunnel) μαζί με τα αέρια καύσεως. Χαρακτηριστικό είναι, ότι ο θερμός αέρας και η υγρή ελαιοπυρήνη προχωρούν προς την έξοδο της σήραγγας και, επομένως, η ξήρανση γίνεται με τη μέθοδο της παραλλήλου οδεύσεως (parallel flow). Με την ανωτέρω διάταξη, απομακρύνεται ταχύτατα το μεγαλύτερο ποσοστό της υγρασίας και γίνεται καλύτερη αξιοποίηση της θερμότητας του αέρα. Η θερμοκρασία βαίνει συνεχώς μειούμενη μέσα στη σήραγγα, η δε απώλεια υγρασίας, σχεδόν μηδενίζεται, στο σημείο εξόδου της ελαιοπυρήνης, όπου ο αέρας είναι σχεδόν κεκορεσμένος σε υγρασία. Εντούτοις, ο στόχος επιτυγχάνεται, αφού δεν επιζητείται η πλήρης αποξήρανση της ελαιοπυρήνης, αλλά ο περιορισμός της υγρασίας της μέχρι της στάθμης του 8% κατά βάρος.

Η κίνηση της ελαιοπυρήνης προς το σημείο εξόδου διευκολύνεται και από τη μικρή προς τα εμπρός κλίση της σήραγγας. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί, ότι στο σημείο επαφής ελαιοπυρήνης και θερμού αέρα δεν λαμβάνει χώραν υπερθέρμανση, επειδή λόγω της ταχείας εξατμίσεως της υγρασίας, δημιουργείται τοπική ψύξη. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η θερμοκρασία δεν ανέρχεται σε υψηλά επίπεδα, ώστε να ζημιώσει τους χαρακτήρες του εκχυλιζομένου στη συνέχεια ελαιολάδου.

Κατά κανόνα, η ελαιοπυρήνη εκχυλίζεται ως έχει και δεν επιδιώκεται ο διαχωρισμός πριν από την εκχύλιση σε ξυλώδες και σαρκώδες τμήμα, παρά το γεγονός, ότι κάτι τέτοιο θα αύξανε σημαντικά την ημερήσια δυναμικότητα του πυρηνελαιουργείου και ταυτόχρονα θα εξασφάλιζε πολύτιμη για την κτηνοτροφία ζωοτροφή.

β) Λειοτρίβηση της ελαιοπυρήνης

Η εκχύλιση γενικά είναι, τόσο πιο γρήγορη, όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια την οποία παρουσιάζει η εκχυλιζόμενη ουσία στο διαλύτη. Για το λόγο αυτό, οι ελαιούχοι σπόροι, πριν από την εκχύλιση, χονδροαλέθονται και εκχυλίζονται υπό μορφή φυλλιδίων (*laminae*). Στην περίπτωση της ελαιοπυρήνης, είναι απαραίτητος ο θρυμματισμός των πλακούντων και ιδιαίτερα των σβώλων, που σχηματίζονται λόγω της ενασκούμενης υψηλής πίεσεως στα υδραυλικά υπερπιεστήρια.

Η λειοτρίβηση μπορεί να γίνει με τα χέρια ή με το πέρασμα των σβώλων από σφυρόμυλο. Αν όμως η προς κατεργασία ελαιοπυρήνη είναι περισσότερο από 7-8 τόννους ημερησίως, τότε χρησιμοποιούνται ειδικοί θραυστήρες από δύο οδοντωτούς κυλίνδρους, που κινούνται κατ' αντίθετη φορά. Η απόσταση μεταξύ των δύο κυλίνδρων, ρυθμίζεται έτσι, και το μήκος των δοντιών είναι τέτοιο, ώστε να επιτυγχάνεται αδρια λειοτρίβηση και όχι πλήρης κονιοποίηση των πλακούντων. Η λειοτρίβηση διευκολύνει την εκχύλιση, γιατί ο διαλύτης διαποτίζει γρήγορα και τέλεια τη χονδροαλεσμένη ελαιοπυρήνη. Από τα ίδια θρύμματα απομακρύνεται πιο εύκολα η υγρασία και επιταχύνεται η ξήρανση.

γ) Εκχύλιση με διαλύτες

Η εκχύλιση της ελαιοπυρήνης είναι το τελευταίο στάδιο διαχωρίσεως του ελαιολάδου και έχει κριτική σημασία για την πυρηνελαιουργία. Από τον τρόπο διεξαγωγής της εξαρτάται και η απόδοση σε λάδι, αλλά ως ένα βαθμό

και η ποιότητα του τελευταίου. Η επιτυχής εκχύλιση θα εξαρτηθεί από τη σωστή εκλογή του διαλύτη, τη χρησιμοποίηση του καταλλήλου συγκροτήματος και την εφαρμογή ενός σωστού διαγράμματος απολιπάνσεως.

- **Διαλύτες**

Τα ρευστά που έχουν χρησιμοποιηθεί, κατά καιρούς, για την εκχύλιση της ελαιοπυρήνης έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό που είναι η απολικότητα του μορίου τους, που τους εξασφαλίζει συγγένεια με τις λιπαρές ουσίες τις αποθεθειμένες στους φυτικούς ή στους ζωικούς ιστούς. Επί της συγγένειας αυτής, βασίζεται το φαινόμενο της εκχυλίσεως. Θα πρέπει όμως απαρχής να σημειωθεί, ότι κανένας από τους χρησιμοποιηθέντες ως σήμερα διαλύτες δεν πληροί όλες τις προϋποθέσεις, για μια ακίνδυνη και πλήρως αποτελεσματική εκχύλιση.

Ειδικότερα, ο διαλύτης της πυρηνελαιουργίας για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως ιδεώδης, θα πρέπει:

- Να είναι ακίνδυνος για το προσωπικό του εργοστασίου και επομένως να μην είναι ουσία εκρηκτική ή εύφλεκτη ή δηλητηριώδης.
- Να μην είναι διαβρωτικός και επομένως να μην προσβάλλει τον εκχυλιστήρα και γενικά το μηχανολογικό εξοπλισμό με τον οποίο έρχεται σε επαφή.
- Να μη ζημιώνει την ποιότητα, ούτε του λαδιού, ούτε της εξαντλημένης ελαιοπυρήνης.
- Να εκχυλίζει το λάδι εκλεκτικά και όχι τις άλλες ξένες ουσίες.
- Να διεισδύει ταχύτατα στα θρύμματα της ελαιοπυρήνης και να εκχυλίζει το λάδι τους μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- Να παραμένει αναλλοίωτος, υπό κανονικές συνθήκες εργασίας.
- Να είναι αδιάλυτος στο νερό.
- Να διαχωρίζεται εύκολα από το ελαιοδιάλυμα και από την ελαιοπυρήνη, για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου.
- Να είναι εύκολη η προμήθεια του, η μεταφορά του και η εναποθήκευση του.
- Να είναι προσιτός από πλευράς τιμής.

Οι διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν ως σήμερα ή εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται είναι ο διθειάνθρακας, το τριχλωροαιθυλένιο, η βενζίνη και το εξάνιο εμπορίου.

Ο ιδεωδέστερος διαλύτης για την εκχύλιση της ελαιοπυρήνης είναι το εξάνιο εμπορίου, σημείου ζέσεως 68-71°C, το οποίο όμως είναι ακριβό, για

μια γενικευμένη χρήση. Η υψηλή όμως τιμή του πυρηνελαίου, κατά τα τελευταία χρόνια, έχει επιτρέψει τη χρήση εξανίου στην εκχύλιση της ελαιοπυρήνης σε ευρεία κλίμακα.

- **Συστήματα εκχυλίσεως**

Στην πυρηνελαιουργία χρησιμοποιούνται τριών τύπων εκχυλιστικές συσκευές:

- Απλής αναμείξεως διαλύτη και ελαιούχου υποστρώματος.
- Συσκευές διακεκομμένης εκχυλίσεως, με σταδιακό εμπλουτισμό του διαλύτη σε λάδι (μεταφέρεται από τον ένα εκχυλιστήρα στον άλλον) (εικόνα 46).
- Συσκευές συνεχούς εκχυλίσεως, όπου η ελαιοπυρήνη και ο διαλύτης οδεύουν κατ' αντίθετη φορά.

Ο πρώτος τύπος εκχυλιστήρα είναι ελάχιστα διαδεδομένος στην πυρηνελαιουργία και χρησιμοποιείται, κυρίως, από οικοτεχνίες μικρής δυναμικότητας.

Ο δεύτερος τύπος εκχυλίσεως, που βασίζεται σε συνεχή εμπλουτισμό του διαλύτη σε λάδι με την κατά στάδια κίνηση του από τον ένα εκχυλιστήρα στον άλλον, μιας συστοιχίας των τεσσάρων ή περισσότερων μονάδων, είναι ευρύτατα διαδεδομένος στην Ιταλία, στην Ισπανία, στην Ελλάδα και στις άλλες ελαιοπαραγωγικές χώρες.



Εικόνα 46: Συσκευή διακεκομμένης εκχυλίσεως στο εργοστάσιο ΠΥΡΗΝΑΣ ALFA A.E. στην Καλαμάτα

Τέλος, ο εκχυλιστήρας συνεχούς εκχυλίσεως με την κατ' αντιρροή κίνηση διαλύτη και ελαιούχου υποστρώματος, έχει εφαρμογή κυρίως σε σπορελαιουργίες μεγάλης δυναμικότητας και σχεδόν ποτέ δεν χρησιμοποιήθηκε για εκχύλιση της ελαιοπυρήνης.

- **Τα υπόλοιπα μηχανήματα της συστοιχίας των 4 εκχυλιστήρων**

Τα υπόλοιπα μηχανήματα που συμπληρώνουν τη συστοιχία των τεσσάρων εκχυλιστήρων είναι:

- Δύο αποστακτήρες για την ανάκτηση του διαλύτη από το ελαιοδιάλυμα.
- Ένας ψυκτήρας των ατμών νερού και διαλύτη (εικόνα 47).
- Ένας διαχωριστήρας του μείγματος νερού και διαλύτη που προέρχεται από τον ψυκτήρα.
- Συσκευές δεσμεύσεως των ατμών του διαλύτη που διαφεύγουν την υγροποίηση. Οι συσκευές λειτουργούν με λάδι ή ενεργό άνθρακα.
- Τεπόζιτο εναποθηκεύσεως του καθαρού διαλύτη.
- Σύστημα διακινήσεως της ελαιοπυρήνης, στο οποίο είναι ενσωματωμένες τέσσερις χοάνες τροφοδοσίας των αντιστοίχων εκχυλιστήρων.
- Αντλία για την κυκλοφορία του διαλύτη.
- Χώρος εναποθηκεύσεως του ακατέργαστου πυρηνελαίου (εικόνα 48).



Εικόνα 47: Ψυγεία για υγροποίηση εξανίου



Εικόνα 48: Δεξαμενές αποθήκευσης πυρηνελαίου

στο εργοστάσιο ΠΥΡΗΝΑΣ ALFA Α.Ε. στην Καλαμάτα

4.2.1.2. Πυρηνόξυλο - εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα

Μετά την εξαγωγή του πυρηνελαίου από την ελαιοπυρήνα απομένει ένα στερεό υπόλειμμα που είναι γνωστό ως πυρηνόξυλο. Το πυρηνόξυλο περιέχει μεγάλο ποσοστό ξυλωδών και κυτταρινούχων συστατικών και μικρό ποσοστό πρωτεϊνών.

Η κύρια χρήση του πυρηνόξυλου είναι η παραγωγή ενέργειας από την καύση του, η οποία χρησιμοποιείται για να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες των ελαιουργείων και των πυρηνελαιουργείων.

Το πυρηνόξυλο χρησιμοποιείται επίσης ως καύσιμη ύλη:

- σε αγροτικές περιοχές
- σε αρτοποιεία και τυροκομεία και
- για θέρμανση των θερμοκηπίων το χειμώνα.

Ακόμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματική πρώτη ύλη μαζί με ξυλοτεμαχίδια στη βιομηχανία των πλαστικών. Σε επίπεδο έρευνας έχει χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή μικροπορώδους ενεργού άνθρακα, που είναι ένα προϊόν μεγάλης εμπορικής αξίας. Μετά από ανάμειξη με ελαιόφυλλα και στέμφυλα οινοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για την παραγωγή βελτιωτικών εδάφους.

Η στάχτη από πυρηνόξυλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα λόγω του P, K, και Ca που περιέχει.

Εκτός από τα παραπάνω η στάχτη (πυρηνόσκονη) που δημιουργείται από το πυρηνόξυλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως θερμαντικό προϊόν, το λεγόμενο πυρηνοκάρβουνο.

Το πυρηνοκάρβουνο έχει 6.170 kcal και θερμογόνο δύναμη κατά την καύση, ελκύει 30% λιγότερο μονοξείδιο από το γνωστό ξυλοκάρβουνο, ανάβει πολύ εύκολα, δεν πετάει σπίθες, δεν μυρίζει, δεν καπνίζει και είναι ένα φυτικό προϊόν χωρίς πρόσθετα χημικά και φιλικό προς το περιβάλλον και μάλιστα ελέγχεται με πιστοποίηση ποιότητας ISO πληρώντας έτσι τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές.

Αυτόν τον πρωτοποριακό τρόπο παραγωγής πυρηνοκάρβουνο το βρίσκουμε στο εργοστάσιο στην Καλαμάτα, που είναι το μοναδικό εργοστάσιο στην Ελλάδα, πιθανότατα και στην Ευρώπη. Γεγονός που Ευρωπαίοι και Ιάπωνες το γνωρίζουν, αφού τακτικά γίνεται εξαγωγή του πυρηνοκάρβουνο για την Ολλανδία, τη Σουηδία, αλλά και την Ιαπωνία. Ιδιοκτήτρια του

εργοστασίου αυτού είναι η Κατερίνα Κλημεντίδη – Κοτταρίδη και το εργοστάσιο που το παράγει είναι το «Πυρηνοκάρβουνο ΚΛΗΜΗΣ».



**Εικόνα 49: Παραγωγή πυρηνοκάρβουνο στο εργοστάσιο
«Πυρηνοκάρβουνο ΚΛΗΜΗΣ»**



Εικόνα 50: Προώθηση προϊόντων του εργοστασίου «Πυρηνοκάρβουνο ΚΛΗΜΗΣ»

4.2.1.3.Ελαιάλευρο εκχύλισης

Το ελαιάλευρο εκχύλισης προκύπτει μετά από δεύτερη εκχύλιση της ελαιοπυρήνας με διαλύτη και διαχωρισμό των θρυμμάτων του πυρήνα. Αυτό το προϊόν έχει παραχθεί από την ΑΒΕΑ Χανίων (2005), μετά την απομάκρυνση των δυο τρίτων περίπου των ξυλωδών σωματιδίων της εκχυλισμένης ελαιοπυρήνας με ρεύμα αέρος ή κοσκίνισμα και χρησιμοποιείται αφού εμπλουτιστεί, ως ζωοτροφή. Η θρεπτική του αξία όμως παρά τη

βελτίωση του, παραμένει ακόμα χαμηλή και αντιστοιχεί με 10-20% της θρεπτικής αξίας του κριθαριού.

4.2.2.Μηχανική επεξεργασία

Αναλυτικότερα:

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

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

4.2.3.Βιολογική επεξεργασία

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

Αναλυτικότερα:

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

διάβρωσης. Μειονέκτημα της μεθόδου η οξίνιση των εδαφών και η μετάδοση ασθενειών σε φυτά και ζώα.

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

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

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

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

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

Δεδομένου ότι οι λειτουργικές δαπάνες και οι δαπάνες προσωπικού είναι χαμηλές, η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει αποδεκτή από τις μεταποιητικές μονάδες, όμως η οικονομική βιωσιμότητα μιας μονάδας κομποστοποίησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη δυνατότητα πώλησης του τελικού προϊόντος. Δεδομένου ότι τα ελαιοτριβεία λειτουργούν εποχικά, περίπου τρεις μήνες ετησίως, θα πρέπει να επιλεγεί μια μέθοδος που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους τύπους αποβλήτων. (Μπαλής Κ. 1997).

4.2.4.Θερμική επεξεργασία

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

Πυρόλυση: Η χρήση θερμότητας για την αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων, απουσία οξυγόνου, καλείται πυρόλυση.

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

4.2.5.Χρησιμοποίηση ως ζωοτροφές

♦ Ελαιοπυρήνα

Πολλές φορές χρησιμοποιήθηκε αυτούσια η ελαιοπυρήνα στα σιτηρέσια των μηρυκαστικών ζώων σε χαμηλά ποσοστά (<10%).

♦Εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα

Η εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα (πυρηνόξυλο), που προκύπτει μετά την απομάκρυνση του πυρηνελαίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετά από εμπλουτισμό, στη διατροφή των ζώων.

4.3. ΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΚΛΑΔΙΣΚΟΙ

Τα φύλλα της ελιάς εκτός του ότι χρησιμοποιούνται πολλές φορές για την παρασκευή κομπόστας στις βιολογικές καλλιέργειες, δίδονται και ως τροφή σε αιγοπρόβατα, σε ελαιοκομικές περιοχές της χώρας. Τα φύλλα και οι κλαδίσκοι των ελαιοδένδρων μπορούν να χορηγηθούν δύο έως τρεις φορές την εβδομάδα σε αιγοπρόβατα και βοοειδή και σε ποσότητα περίπου 6 και 10% του ζώντος βάρους τους αντίστοιχα.

Προσπάθειες για την αξιοποίηση των φύλλων και των κλαδίσκων ελιάς έχουν γίνει και στην Ισπανία. Συγκεκριμένα οι Ισπανοί εφεύραν ένα μηχάνημα το οποίο μετατρέπει τα φύλλα σε ζωοτροφή για μηρυκαστικά και το ξύλο σε καύσιμη ύλη. Το μηχάνημα αυτό αλέθει τα υπολείμματα κλάδευσης και στη συνέχεια τα φύλλα διαχωρίζονται από το ξύλο με φυγοκέντριση. Υπολογίζεται ότι το 40% του υλικού που προκύπτει από το κλάδευμα των ελαιοδένδρων είναι φύλλα. Αφού τα φύλλα διαχωριστούν από το ξύλο, ενσωματώνονται στα σιτηρέσια των μηρυκαστικών είτε νωπά είτε μετά από αφυδάτωση και άλεση.

Ένας τρόπος καλής συντήρησης των φύλλων της ελιάς είναι η ενσίρωσή τους, δηλαδή η τοποθέτησή τους σε σιλό. Ενσιρωμένα φύλλα ελαιουργείου επεξεργασμένα με αμμωνία χορηγήθηκαν σε προβατίνες με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Χορήγηση φύλλων ελιάς σε γαλακτοπαραγωγικές αγελάδες στο Κολυμβάρι Χανίων, έδωσε καλά αποτελέσματα. Δεν έχει γίνει όμως συστηματική επιστημονική έρευνα.

4.3.1.Επεξεργασία ελαιόφυλλων για παραγωγή compost

Οι ευεργετικές ιδιότητες του compost πυρηνόξυλου στα φυτά αλλά και στο έδαφος φάνηκε ότι ήταν προπομπός για τη μελέτη compost από ελαιόφυλλα τα οποία προέρχονται από παραγωγική διαδικασία του ελαιόλαδου. Όπως έχουμε ήδη πει, τα ελαιόφυλλα απομακρύνονται από την παραγωγική διαδικασία και αποτελούν ένα αναξιοποίητο οργανικό υλικό. Η απαρχή για τη διερεύνηση δυνατότητας παρασκευής υποστρώματος με τη μέθοδο της κομποστοποίησης, ξεκινά μόλις στις αρχές της δεκαετίας 1980 για τους παρακάτω λόγους:

α: τα ελαιόφυλλα πρόκειται για ένα οργανικό υλικό το οποίο βρίσκεται σε αφθονία

β: τα διάφορα υποστρώματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες, ακόμη και τώρα, αφορούν κυρίως εισαγόμενα προϊόντα τα οποία είναι ακριβά και απαιτούν υψηλό κόστος παρασκευής (τύρφη),

γ: οι πρώτες ύλες αυτών, είναι εισαγόμενες και δύσκολες στην εξεύρεση τους αφού η ανάγκη μεγάλων ποσοτήτων για την κάλυψη των συνεχόμενων και αυξανόμενων αναγκών, τα κάνει δυσεύρετα.

δ: όλα τα παραπάνω, συν το ότι απαιτούσαν απολύμανση για τη χρησιμοποίησή τους, οδήγησαν τους ειδικούς στην εξεύρεση παραγωγής υποστρωμάτων τα οποία αποτελούνταν από ντόπια ελαιόφυλλα, κληματίδες αμπελιών, πυρηνόξυλο κ.α.

Στο Ηράκλειο Κρήτης έγιναν προσπάθειες διερεύνησης της φυτοτοξικότητας του compost φύλλων ελιάς σε σχέση με το βαθμό χώνευσης και ωρίμανσης του.

Τα αποτελέσματα είναι τα εξής:

- η ταχεία φάση (χώνευση) των φύλων της ελιάς ολοκληρώνεται σε μέσα σε τρεις μήνες περίπου
- το compost που παράγεται αμέσως από την χώνευση έχει φυτοτοξικές ιδιότητες
- το compost μετά από 2 μήνες ωρίμανσης (150 ημέρες συνολικά από την έναρξη της χώνευσης) εξακολουθεί να έχει φυτοτοξικές ιδιότητες, αλλά σε περιορισμένο βαθμό
- μετά την ωρίμανση 12 μήνων περίπου (440 ημέρες από την έναρξη της χώνευσης) το compost είναι απαλλαγμένο από φυτοτοξικές ουσίες
- μεταξύ των 150 και των 440 ημερών το compost απαλλάσσεται από τις τοξικές ιδιότητες για την βλάστηση σπόρων και ανάπτυξη των φυταρίων τους.

Έτσι λοιπόν, η παραγωγή compost, ξεκίνησε πειραματικά ώστε να αξιολογηθούν κάποια αποτελέσματα στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Μέχρι και σήμερα όλα δείχνουν ότι η παραγωγή compost από ελαιόφυλλα είναι σχεδόν μηδενική, αν και τα πολυάριθμα πειράματα έδειξαν ότι η χρήση compost φύλλων ελιάς, μπορεί να διαδοθεί.

4.4.ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟΥ (Υ.Α.Ε.)

Ειδικά, στην περίπτωση της ελαιουργίας τα φυτικά υγρά, γνωστά και ως λιοζούμια ή κασίγαρος, είναι προϊόν χωρίς εμπορική αξία, τυπικό απόβλητο της ελαιουργίας που πρέπει να τύχει διαχείρισεως, κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο, προκειμένου να προστατευθεί από τη ρύπανση το περιβάλλον. Συμβαίνει όμως, να περιέχουν και τα λιοζούμια των ελαιουργείων πολύτιμα συστατικά (ζάχαρα, πρωτεΐνες σε μικρότερο βαθμό, υπολείμματα λαδιού, φαινολικές ουσίες, χρωστικές και κυρίως χλωροφύλλες), τα οποία όμως διαχωρίζονται υπό καθαρή μορφή με υψηλό και σχεδόν πάντοτε απαγορευτικό οικονομικό κόστος. Ανάκτηση ορισμένων από τα ανωτέρω συστατικά γίνεται συμπτωματικά κατά την εφαρμογή ορισμένων τεχνικών ορθολογικής διαχείρισεως του κασίγαρου.

Τα φυτικά υγρά είναι τυπικά απόβλητα της ελαιουργίας με βαρύτατο ρυπαντικό φορτίο, που έχει δημιουργήσει πολύ σοβαρά, δυσεπίλυτα αν όχι άλυτα, προβλήματα για όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες της Υψηλίου. Την αυξημένη ρυπογόνο δύναμη τους οφείλουν τα λιοζούμια στο υψηλό φορτίο τους σε οργανικές ύλες, ορισμένες από τις οποίες βιοαποδομούνται δύσκολα ή καθόλου, στις αντιαισθητικές μελανές χρωστικές τους, που βάφουν στην κυριολεξία το έδαφος στους χώρους απορρίψεως τους, στη δυσσομία την οποία αναδίδουν στη διάρκεια του αυτοκαθαρισμού τους, αλλά και σε άλλους παράγοντες που θα εκτεθούν στις επόμενες σελίδες.

4.4.1. Όγκος και σύσταση των φυτικών υγρών (κασίγαρου)

Ο όγκος των φυτικών υγρών δεν είναι δυνατόν να υπολογισθεί επακριβώς, ούτε σε ένα ελαιουργείο, ούτε σε μία περιοχή και πολύ περισσότερο σε ολόκληρη τη Μεσόγειο, επειδή εξαρτάται από:

- Την ποικιλία προελεύσεως του ελαιοκάρπου, το στάδιο ωριμότητας και τον χρόνο εναποθηκεύσεως του πριν από την ελαιοποίηση.
- Τον τρόπο διαχωρίσεως του λαδιού από την ελαιοζύμη, που σήμερα γίνεται με εκπίεση της ελαιοζύμης σε υδραυλικό πιεστήριο, με φυγοκέντρηση της ελαιοζύμης, έπειτα από σχετική αραίωση με χλιαρό νερό, σε φυγοκεντρικό διαχωριστήρα με οριζόντιο άξονα (ντεκάντερ), με συνδυασμό αποσταλάξεως και φυγοκεντρήσεως κ.τ.λ.

- Το διαθέσιμο στο ελαιουργείο νερό και το κόστος προμηθείας του, αφού σε πολλά ελληνικά νησιά, αλλά και σε περιοχές της Ισπανίας, της Β. Αφρικής, της Εγγύς Ανατολής, το πλύσιμο του καρπού παραλείπεται, όταν το νερό είναι λιγοστό ή ακριβό.

- Τις συνήθειες των καθέκαστα ελαιουργείων.

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων (κασιγάρος) συντίθενται από τα φυτικά υγρά του καρπού, αλλά και τα νερά που χρησιμοποιούνται από το ελαιουργείο στη γραμμή της επεξεργασίας του μέχρι της διαχωρίσεως του λαδιού.

Τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου (χωρίς το λάδι) μπορούν να υπολογισθούν με πολλή προσέγγιση και είναι περίπου 40-45% του συνολικού βάρους του καρπού. Περιέχουν κατά μέσο όρο 17% στερεά συστατικά, από τα οποία 15% είναι οργανικά και τα 2% είναι ανόργανα (Μιχελάκης και Κουτσαυτάκης, 1989). Γενικά όμως, και το εκατοστιαίο ποσοστό συμμετοχής των φυτικών υγρών στο ολικό βάρος του καρπού, αλλά και η σύνθεση τους σε οργανικά και ανόργανα συστατικά, ποικίλλουν ανάλογα με το στάδιο ωριμότητας και κυρίως με την κατάσταση του καρπού την ώρα της συγκομιδής (ποτιστικός, άνυδρος, συρρικνωμένος κ.τ.λ.).

Τελικά, η παραγόμενη ποσότητα των αποβλήτων υπολογίζεται ως κατωτέρω:

- Ελαιοκάρπος χ 0,65 λίτρα για τα υδραυλικά πιεστήρια.
- Ελαιοκάρπος χ 1,00 λίτρο για τα φυγοκεντρικά συγκροτήματα.

Ξένοι ερευνητές αναφέρουν 0,75 λίτρα και 1,3 λίτρα αντίστοιχα, πράγμα που οφείλεται σε εντατικότερο πλύσιμο του καρπού, πριν από το άλεσμα.

Τα απόβλητα της ελαιουργίας υπολογίζονται, είτε με πολλαπλασιασμό του συνόλου του ελαιοκάρπου επί τον συντελεστή 1 ή 1,25 ή με πολλαπλασιασμό του παραγομένου ελαιολάδου επί τον συντελεστή 5-6. Γεγονός πάντως είναι, ότι ο όγκος τους σε εθνικό και διεθνές επίπεδο είναι τεράστιος και ασκεί πίεση για την εξεύρεση μεθόδων διαχείρισεως. Αναφέρουμε επιγραμματικά ότι τα απόβλητα της ελαιουργίας υπολογίζονται για την Κρήτη σε 370.000 τόννους (Μιχελάκης και Κουτσαυτάκης, 1989), για την Ιταλία σε 3 εκατομμύρια κυβικά μέτρα (τόννους) (Di Giacomo et al., 1991). Μάλιστα, επειδή το ελαιόδεντρο καλλιεργείται, κατά κύριο λόγο στις

νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, υπολογίζεται ότι τα ανωτέρω φυτικά υγρά επαρκούν για να «βάψουν στα μαύρα» όλους τους τουριστικούς τόπους της Μεσογείου, αν δεν ληφθεί μέριμνα για την ορθολογική τους διαχείριση.

Η συνολική παραγωγή αποβλήτων στην χώρα μας ανέρχεται σε περίπου 1500.000 m³ και προέρχεται από περισσότερα από 3500 ελαιουργεία (Israilides και οι συνεργάτες του, 1997).

4.4.2. Μέθοδοι διαχείρισεως

Η διαχείριση των υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας ελαιολάδου, που είναι γνωστά με το όνομα «κατσίγαρος», ήταν και εξακολουθεί να είναι ένα πρόβλημα σοβαρό, οξύ στη διάρκεια της ελαιοποίησης και δυσεπίλυτο ή άλυτο. Συσσωρευμένες είναι όσες ερευνητικές εργασίες έχουν διεξαχθεί επάνω σ' αυτό το αντικείμενο από όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες, που όμως δεν έχουν δώσει πλήρη λύση στο πρόβλημα. Οι πολλές ερευνητικές εργασίες είναι αδιάψευστος μάρτυρας της δυσκολίας στη διαχείριση του κατσίγαρου.

Τα αίτια είναι πολλά και ορισμένα απ' αυτά επισημάνθηκαν ήδη στις προηγούμενες σελίδες, όπως το βαρύ οργανικό φορτίο τους, η παρουσία σ' αυτά τοξικών ουσιών για φυτά και ζώα που αποικοδομούνται δύσκολα ή καθόλου, η παρουσία χρωστικών ικανών να βάψουν το έδαφος σχεδόν ανεξίτηλα κ.τ.λ.

Επισημάνθηκε ακόμη, ότι οι επενδύσεις για τη διαχείριση των αποβλήτων είναι υψηλές και δυσβάστακτες για τα μεμονωμένα ελαιουργεία, πολύ περισσότερο, επειδή είναι μη παραγωγικές γι' αυτά, αλλά κοινωνικού χαρακτήρα (Amirante et al. 1993).

Σοβαρό πρόβλημα για την ορθολογική διαχείριση των υγρών αποβλήτων είναι η εποχικότητα λειτουργίας των ελαιοτριβείων (στην Κρήτη λειτουργούν στο maximum για 3,5 μήνες) και η διασπορά τους ανά την καλλιεργούμενη με ελαιόδεντρο έκταση. Έτσι, καταντάει να είναι δύσκολη ή αντοικονομική η συγκέντρωση των υγρών αποβλήτων, από τα μεμονωμένα και μικρής δυναμικότητας ελαιουργεία σε κοινό σημείο, όπου θα μπορούσε να λειτουργήσει μονάδα κατεργασίας τους υπό σχετικά οικονομικούς όρους.

Ο ευκολότερος και οικονομικότερος τρόπος διαχείρισεως τους, που εφαρμόσθηκε από τα πανάρχαια χρόνια και εξακολουθεί να εφαρμόζεται μέχρι σήμερα, ήταν η παροχέτευση τους σε καλλιεργημένο ή και χέρσο έδαφος. Συνηθισμένη ήταν επίσης η τεχνική της παροχτεύσεως τους σε ποτάμια και κυρίως σε χείμαρρους και σπανιότερα κατ' ευθείαν στη θάλασσα. Με τους τρόπους αυτούς διαχείρισεως, η ρύπανση και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος ήταν και εξακολουθεί να είναι μεγάλη. Παράλληλα, οι διαμαρτυρίες ήταν πάντοτε σοβαρές, τον τελευταίο όμως καιρό οι πιέσεις της Πολιτείας προς τους ελαιουργούς ήταν σε τέτοιο σημείο έντονες, ώστε ν' αναγκαστούν πολλές βιομηχανίες ελαιολάδου να προβούν σε ίδρυση εγκαταστάσεων καθάρσεως των υγρών αποβλήτων (κατσίγαρου) χωρίς όμως ουσιαστικό αποτέλεσμα. Στην Ισπανία και στην Ιταλία, και πολύ περισσότερο στις άλλες ελαιοπαραγωγικές χώρες, το θέμα της διαχείρισεως των υγρών αποβλήτων είναι σοβαρό και τα προβλήματα ρυπάνσεως οξύτατα. Έχουν ληφθεί στις χώρες αυτές νομοθετικά μέτρα, τα οποία όμως δεν απέδωσαν, γιατί δεν βρέθηκε ως τώρα μία πρακτικά εφαρμόσιμη λύση.

Στη συνέχεια δίδεται μία σύντομη περιγραφή των διαφόρων μεθόδων διαχείρισεως των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων.

4.4.2.1. Παροχέτευση σε εδάφη χέρσα ή καλλιεργημένα

Πολλά είναι τα στοιχεία που αναγράφονται σχετικά με την απόρριψη του κατσίγαρου σε εδάφη κοντινά στο ελαιουργείο, που αποβλέπει, είτε στην απλή απαλλαγή από την παρουσία τους, είτε στην άρδευση και λίπανση αγρών με τις φερτές τους ύλες (φερτάρδευση ή υδρολίπανση). Σοβαρό μειονέκτημα της τεχνικής αυτής διαχείρισεως των αποβλήτων είναι η τρομερή δυσοσμία την οποίαν αναδίδουν, κυρίως μέσα στο πρώτο δεκαπενθήμερο. Υπήρξαν ακόμη αντιρρήσεις για την τεχνική αυτή διαχείρισεως των αποβλήτων που βασίσθηκαν στην φυτοτοξικότητά τους, ιδιαίτερα για τα ποώδη φυτά. Εντούτοις, η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε ευρεία κλίμακα, ιδίως στην περίπτωση των μεμονωμένων και μικρής δυναμικότητας ελαιουργείων. Χαρακτηριστικό είναι ακόμη, το ότι στην Ιταλία ο Νόμος 319 της 10-5-1976, γνωστός ως Νόμος Merli, που είχε ως αντικείμενο τις τεχνικές διαχείρισεως των αποβλήτων ελαιουργείων στην Ιταλία και προέβλεπε και τη διάθεση τους

στο έδαφος, ίσχυσε, με κατά καιρούς παρατάσεις μέχρι το 1993. Ο ίδιος νόμος ίσως να επιτρέπει ακόμη και σήμερα, κάτω από ορισμένες συνθήκες, την παροχέτευση στο έδαφος υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων.

Ιδιαίτερης σημασίας όμως είναι το γεγονός, ότι η τεχνική αυτή διαχείρισης των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων σχολιάσθηκε ευμενώς από τους Petruccioli and al. (1988) και Bonari (1990).

Ειδικότερα, ο Petruccioli (1988) σε ανασκόπηση των εργασιών που έγιναν από πολλούς ερευνητές, με αντικείμενο την παροχέτευση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων σε καλλιεργημένα εδάφη και ειδικότερα σε ελαιώνες, και που διήρκεσαν από το 1977 ως το 1988, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η διαχείριση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων με τη χρησιμοποίησή τους για φερτάρδευση αξίζει να τύχει ιδιαίτερης προσοχής. Γιατί μπορεί να δώσει, σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές, στοιχεία ολοκληρώσεως στην αντιμετώπιση του προβλήματος.

Πρόκειται για το άπλωμα τους επάνω στο έδαφος είτε όπως έχουν, είτε έπειτα από μια προκατεργασία, κυρίως με ασβέστη. Η παροχέτευση τους στην καλλιεργημένη γη συγκεντρώνει και οικονομικό ενδιαφέρον, επειδή περιέχουν σε αυξημένες συγκεντρώσεις οξείδιο του καλίου (K_2O) και ανυδρίτη του φωσφορικού οξέος, δηλαδή πολύτιμα λιπαντικά στοιχεία. Εξάλλου, με τη χρησιμοποίησή τους για φερτάρδευση (υδρολίπανση) δίδεται διέξοδος και λύση στο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα μεμονωμένα και μικρής δυναμικότητας ελαιουργεία. Τα τελευταία είναι τα περισσότερα αριθμητικά για όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες.

Στις εργασίες αυτές μελετήθηκαν:

- Η ρυπαντική επίδραση των αποβλήτων επί του γεωργικού εδάφους.
- Η αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας στη διάρκεια του χρόνου.
- Η διακύμανση της γονιμότητας σε εδάφη πάνω στα οποία είχαν εναποτεθεί τα απόβλητα.

Ειδικότερα, έχουν μελετηθεί οι εξελίξεις στο έδαφος μετά την φερτάρδευση σε ό,τι αφορά τη διαμόρφωση της τιμής του pH, τη διάσπαση των αζωτούχων ουσιών, των φωσφορούχων ενώσεων, των λιπιδίων, των πολυφαινολών και των οργανικών ουσιών στο σύνολο τους. Ιδιαίτερα μελετήθηκε η τύχη των λιπαρών ουσιών που κυμαίνονται μεταξύ 0,2 και 10 γραμμαρίων κατά λίτρο υγρών αποβλήτων (κατσίγαρου), ανάλογα με την τεχνική

ελαιοποιήσεως του καρπού. Επίσης, μελετήθηκαν οι περιεχόμενες στα απόβλητα φαινόλες που παρεμποδίζουν πολυδύναμα την κάθαρση των αποβλήτων πάνω στο έδαφος.

Από το 1987-88, το ελαιοκομικό Ινστιτούτο της Cosenza στην Ιταλία εγκαινίασε ένα πρόγραμμα έρευνας επί της χρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων για άρδευση. Η έρευνα συμπεριέλαβε εδάφη με διάφορη σύνθεση και δομή και με διάφορη μεταχείριση στα οποία προσήχθησαν απόβλητα μέχρι 400 m³ κατά εκτάριο πριν και μετά από διήθηση.

Δοκιμάσθηκαν απόβλητα ως είχαν, μετά από φυγοκέντρηση, μετά από εξουδετέρωση και μετά από απολίπανση. Τα πειράματα βρίσκονται σε εξέλιξη και αφορούν σε άρδευση με συνεχώς αυξανόμενες δόσεις αποβλήτων σε δενδρύλλια ελιάς που αναπτύσσονταν σε γλάστρες, όπου ελέγχονταν η ανάπτυξη τους και η τροφική τους στάθμη. Το μέχρι τώρα συμπέρασμα είναι, ότι και το κόστος μεταφοράς αλλά και κατανομής των αποβλήτων αντισταθμίζεται με το πλεονέκτημα της προσαγωγής στον ελαιώνα οργανικών και λιπαντικών για το έδαφος στοιχείων, έτσι ώστε η φερτολίπανση να φαίνεται πράγματι μια ικανή να προταθεί λύση για τη διαχείριση των αποβλήτων ελαιουργείων.

Εξυπακούεται, ότι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά και η υδατική κατάσταση του εδάφους κατά τον προσδιορισμό της ποσότητας των υγρών αποβλήτων που πρέπει να προσαχθεί, με σκοπό να αποφευχθεί η διήθηση προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους και συνεπώς να αποκλεισθεί οποιαδήποτε δυνατότητα ρυπάνσεως του υπογείου υδάτινου ορίζοντα.

Παρά τις αντιρρήσεις που διατυπώθηκαν από αντιμαχόμενες πλευρές, μερικές περιοχές της Ιταλίας, και κυρίως η Umbria, έχουν επιτρέψει την παροχέτευση υγρών αποβλήτων της ελαιουργίας στους ελαιώνες σε ποσότητα μέχρι 40 m³/εκτάριο, αν προέρχονται από φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες και μέχρι 20 m³/εκτ., αν τα απόβλητα προέρχονται από πιεστήριο. Η διάθεση των αποβλήτων θα μπορούσε να γίνει σε εδάφη προορισμένα για οποιαδήποτε καλλιέργεια, με εξαίρεση τις ποώδεις που βρίσκονται σε στάδιο βλαστικής εξελίξεως.

Το πότισμα με υγρά απόβλητα θεωρήθηκε σαν μια λίπανση οργανική.

Οι νόρμες καθορίζουν έτσι τη φερτάρδευση, ώστε μέσα σε ένα χρόνο να εξασφαλίζει αυτή 400 kg αζώτου κατά εκτάριο, οργανική ουσία με συνολικό BOD₅ 500 kg και COD όχι ανώτερο από 1000 kg. Τελικά, η σχέση COD/BOD₅ προτείνεται για ρύθμιση στην τιμή 2:1.

Αργότερα (1990), ο καθηγητής του Πανεπιστημίου της Pisa E. Bonari ανακοίνωσε στο Διεθνές Σεμινάριο, το σχετικό με την τεχνολογία και την ποιότητα του ελαιολάδου στην Πεσκάρα της Ιταλίας, ενδιαφέροντα αποτελέσματα για την φερτάρδευση με υγρά απόβλητα των ελαιουργείων.

Η ανακοίνωση του αφορούσε την περιοχή της Τοσκάνης, όπου τα υγρά απόβλητα διατίθενται κατά ποσοστό 27,5% στα επιφανειακά νερά, ως έχουν, και κατά ποσοστό 9,7%, μετά από στοιχειώδη προκατεργασία (κατακάθισμα). Πάνω στο έδαφος, χέρσο ή καλλιεργημένο, παροχετεύεται ποσοστό 24,4% χωρίς καμιά προκατεργασία και ποσοστό 37,3% μετά από κατακάθισμα. Και μόνο το υπόλοιπο 1,1% περνάει από συγκροτήματα κατεργασίας (καθαρισμού) διαφόρων τύπων, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για άρδευση ή για άλλους σκοπούς.

Ο ίδιος υποστήριξε ότι τα υγρά απόβλητα είναι αυτούσια, όπως απαντούν στο φρούτο, χωρίς καμιά πρόσθετη ουσία και ίσως δεν είναι σωστή η άποψη ορισμένων ερευνητών, ότι το ρυπαντικό τους φορτίο παρεμποδίζει το φύτευμα των σπόρων και την κανονική ανάπτυξη των δέντρων.

Κατά τον Amirante (1993), η χρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων, αυτούσιων ή έπειτα από κατεργασία με οξειδίο του ασβεστίου (CaO), δεν είναι ο ενδεδειγμένος τρόπος διαχείρισεως, λόγω της αποκρουστικής δυσσομίας την οποίαν αναδίδουν κατά τις πρώτες δέκα πέντε ημέρες. Προσθήκη 2 ως 10 γραμμαρίων πυροθειώδους καλίου (K₂S₂O₅) κατά 100 λίτρα φυτικών υγρών περιορίζει δραστικά τη δυσσομία. Παράλληλα όμως, παρεμποδίζει την ανάπτυξη ορισμένων κατηγοριών μικροβίων με επίπτωση δυσμενή στο ρυθμό της ανοργανοποίησης.

Αντίθετα, ο Di Gionacchino (1991) υποστήριξε, ότι η προσαγωγή 20-40 κυβικών μέτρων κασίγαρου κατά εκτάριο αγρού αντιστοιχεί σε 2-4 λίτρα κατά τετραγωνικό μέτρο. Με την ποσότητα αυτή επηρεάζονται μόνο τα πρώτα δέκα εκατοστά πάχους του εδάφους. Συνεπώς, ο θόρυβος γύρω από τη φυτοτοξικότητα των φαινολικών ουσιών, που τα υγρά απόβλητα περιέχουν, πρέπει να θεωρηθεί και είναι υπερβολικός, γιατί η οργανική ουσία που

εναποτίθεται είναι 200-300 γραμμάρια κατά μέτρο τετραγωνικό, στην οποία οι φαινολικές ουσίες συμμετέχουν με ποσοστό 5-6%. Την ίδια ποσότητα φαινολικών ουσιών περιέχουν τα φύλλα και οι κλαδίσκοι της ελιάς, που πέφτουν από την κόμη και αποσυντίθενται αφού παραχωθούν στο έδαφος.

Εννοείται, ότι στην περίπτωση παροχέτευσης των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων σε εδάφη, χέρσα ή καλλιεργημένα, θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η φυσικοχημική σύσταση του εδάφους και η υδατοπεριεκτικότητά του. Και τούτο, γιατί σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται η διήθηση τους προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους και η μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα, ανεξάρτητα αν αυτός τροφοδοτεί με άντληση αρδευτικά συγκροτήματα ή δίκτυα υδρεύσεως αγροτικών ή αστικών πληθυσμών. Ιδιαίτερα επικίνδυνα, στην ανωτέρω περίπτωση, είναι τα ασβεστολιθικά εδάφη με ειδικές μέσα σε ασβεστόπετρα κοιλότητες, που στην Κρήτη είναι γνωστές με το όνομα «χώνες». Γιατί τότε, ο κασιγάρος οδηγείται σχεδόν πάντοτε σε υπόγεια υδροφόρα στρώματα (Μιχελάκης και Κουτσαυτάκης, 1989).

4.4.2.2. Παροχέτευση των υγρών αποβλήτων σε επιφανειακά νερά και στη θάλασσα

Η παροχέτευση των υγρών αποβλήτων της ελαιουργίας σε επιφανειακά νερά, σε λίμνες, ποτάμια και κυρίως σε χείμαρρους και στη θάλασσα είναι τεχνική εύκολη και πρακτικά ανέξοδη, που εφαρμόστηκε από τα πανάρχαια χρόνια και εξακολουθεί να εφαρμόζεται σε μεγάλο βαθμό, ως σήμερα. Όμως, οι επιπτώσεις στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι βαρύτερες και έχουν προκαλέσει σάλο στους κύκλους των οικολόγων της εποχής μας.

Κατά την Βορέαδου, (1993), η διατάραξη των οικοσυστημάτων σε ποτάμια, χείμαρρους και στα σημεία εκβολών τους στη θάλασσα, οφείλεται βασικά σε έλλειψη οξυγόνου στον όγκο του νερού, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ασφυκτικές συνθήκες για την επιβίωση των υδροβίων οργανισμών:

Η έλλειψη οξυγόνου οφείλεται στις παρακάτω αιτίες ή σε συνδυασμό αυτών, και τέτοιες αιτίες είναι:

- Το αυξημένο φορτίο οργανικών ουσιών των αποβλήτων, που για να αποικοδομηθεί αναλίσκει μεγάλες ποσότητες οξυγόνου.

- Το γαλάκτωμα, που επιπλέει στην επιφάνεια του νερού και που συντίθεται από συστατικά μαλακών ιστών, πούλπας, πηκτινών, κολλοειδών ουσιών γενικά κ.τ.λ. Το τελευταίο, εκτός των άλλων, παρεμποδίζει τη διάχυση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό.
- Τα συσσωματώματα των ανωτέρω γαλακτωμάτων, που καθιζάνουν προς τον πυθμένα της κοίτης των ποταμών, λιμνών ή παραλίων χώρων και, μαζί με θρύμματα πυρήνων των ελαιοτριβείων, δημιουργούν ασφυκτικό κάλυμμα και έλλειψη οξυγόνου στα βαθύτερα στρώματα του νερού.
- Η εναπόθεση γαλακτωμάτων και συσσωματωμάτων στα αναπνευστικά νημάτια των ασπόνδυλων οργανισμών, αλλά και στα βράγχια των ιχθυηρών, δημιουργώντας έτσι ασφυκτικές συνθήκες. Στην περίπτωση που θα συντρέξουν οι ως άνω προϋποθέσεις, τα έμβια όντα των υδάτινων οικοσυστημάτων εκβράζονται νεκρά στις όχθες και στα παράλια των θαλασσών. Για την αποφυγή τέτοιων καταστάσεων, που ευαισθητοποιούν αφάνταστα την κοινή γνώμη, έχουν θεσμοθετηθεί αυστηρές προδιαγραφές με στόχο τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων για να μπορούν αυτά να παροχετευθούν σε ποτάμια, λίμνες, χείμαρρους και θάλασσες. Όμως, οι διατάξεις και οι προδιαγραφές, ποτέ δεν τηρούνται από τους ιδιοκτήτες των ελαιοτριβείων.

4.4.2.3. Φυσικοχημικές τεχνικές

Όπως ήδη αναφέρθηκε σε προηγούμενες σελίδες, τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων (κατσίγαρος) παρουσιάζουν την ιδιορρυθμία να περιέχουν βιοαποικοδομήσιμα συστατικά μόνο σε ποσοστό 25-30% του συνόλου ($BOD_5/COD=0,25-0,30$). Για το λόγο αυτό, ο πλήρης καθαρισμός τους με τη βιολογική οδό είναι πρακτικά ανέφικτος ή τουλάχιστο αντιοικονομικός και επιτυγχάνεται μόνο με συνδυασμό χημικών, φυσικών, φυσικοχημικών και βιολογικών τεχνικών. Έτσι, τα συγκροτήματα του πλήρους καθαρισμού των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων χαρακτηρίζονται από την πολυπλοκότητα τους, το υπέρμετρο κόστος εγκαταστάσεώς τους και τους λεπτούς χειρισμούς για την ορθολογική λειτουργία τους.

Ο Amirante και οι συνεργάτες του (1993) αναφέρουν, ότι στην περίπτωση που η ωριαία ποσότητα αποβλήτων είναι κατώτερη του 0,3-0,5

κυβ. μέτρα, τότε καμιά κατεργασία δεν μπορεί να εφαρμοσθεί και θα πρέπει αυτά ή να παροχετεύονται σε γεωργικό έδαφος ή να οδηγούνται σε σηπτικούς βόθρους. Αν όμως, η ποσότητα τους δεν είναι κατώτερη από το ανώτερο όριο, που αντιστοιχεί σε ωριαία επεξεργασία ελαιοκάρπου 300-1000 kg, τότε ο καθαρισμός τους μπορεί να γίνει με φυσικές και φυσικοχημικές τεχνικές, που μειώνουν δραστικά το ρυπαντικό τους φορτίο, χωρίς όμως να προσεγγίζουν την επιθυμητή στάθμη. Όμως, τα απόβλητα με την μερική έστω κάθαρση, μπορούν ανορθόδοξα να παροχετευθούν σε αγροτικά εδάφη, σε επιφανειακά νερά ή στη θάλασσα, με το ελαφρυντικό ότι η ρυπογόνος δύναμη τους είναι περιορισμένη.

Οι φυσικές, χημικές και φυσικοχημικές κατεργασίες που έχουν κατά καιρούς εφαρμοσθεί είναι οι ακόλουθες:

A) Κατεργασία με οξείδιο ή υδροξείδιο του ασβεστίου [CaO, Ca(OH)₂]

Στην περίπτωση αυτή, τα υγρά απόβλητα αμέσως μετά το διαχωρισμό τους μεταφέρονται σε δεξαμενή και εκεί αφήνονται σε ηρεμία για 24-48 ώρες, προκειμένου να απαλλαγούν από τα εναιωρούμενα συστατικά τους με τη διαδικασία του απλού κατακαθίσματος. Στη συνέχεια, η επιπολάζουσα φάση οδηγείται σε δεύτερη δεξαμενή στην οποία γίνεται η κατεργασία με ασβέστη. Η ποσότητα που προστίθεται είναι 0,5-1% (5-10 γραμμάρια κατά λίτρο), που εξουδετερώνει τα οξέα και ανεβάζει την τιμή του pH στη στάθμη του 6,2 ή και υψηλότερα. Παράλληλα, λαμβάνει χώρα κροκίδωση και σχηματισμός ιζήματος που φθάνει το 20% του όγκου των αποβλήτων. Με την κροκίδωση το ρυπαντικό φορτίο μειώνεται κατά 60-70% και ταυτόχρονα επιτυγχάνεται και μερικός αποχρωματισμός. Το σοβαρό μειονέκτημα της ανωτέρω τεχνικής είναι η ανάγκη για περαιτέρω κατεργασία της λάσπης που αναδίδει δυσοσμία, καθώς και της επιπολάζουσας φάσεως που εξακολουθεί να είναι ρυπογόνος.

Ενδιαφέρουσα είναι η τεχνική, σύμφωνα με την οποία η επιπολάζουσα, μετά την κατεργασία με ασβέστη, φάση μεταφέρεται σε δεύτερη δεξαμενή αβαθή και με κλίση 10% στον πυθμένα της. Εκεί διαλύεται ουρία υπό αναλογία 5 γραμμαρίων κατά λίτρο αποβλήτων με αποτέλεσμα η σχέση C:N να σταθεροποιείται στο επίπεδο 3:1.

Ακολουθεί έκθεση στις ατμοσφαιρικές συνθήκες για χρονικό διάστημα πέντε μηνών, στη διάρκεια των οποίων λαμβάνει χώραν αερόβια ζύμωση στα

επιφανειακά στρώματα, αναερόβια στα βαθύτερα, και εξάτμιση με την ηλιακή ενέργεια και τους ανέμους. Τελικά, παραλαμβάνεται υποστάθμη με 2% υγρασία, με μαύρο χρώμα, χαρακτηριστική οσμή και μειωμένη φυτοτοξικότητα. Η τεχνική αυτή, προφανώς, έχει εφαρμογή σε περιοχές με υψηλή ηλιοφάνεια (Κρήτη και άλλες νησιωτικές περιοχές).

Β) Κατεργασία με συνδυασμό της διηθήσεως υπό κενό μέσω μεμβράνης, της υπερδιηθήσεως και της αντιστρόφου ωσμώσεως

Η κατεργασία αυτή έχει εφαρμογή σε ομάδα ελαιουργείων, ιδιωτικών ή συνεταιριστικών, σε ελαιοβιομηχανίες μεγάλης δυναμικότητας και μπορεί να συνδυασθεί και με βιολογικό καθαρισμό, τόσο της υγρής φάσεως, όσο και του συμπυκνώματος.

Από αυτή την κατεργασία το προϊόν διηθήσεως είναι απαλλαγμένο ρυπαντικού φορτίου και μπορεί να τύχει οποιασδήποτε μεταχειρίσεως. Αντίθετα, οι λάσπες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συγκομποστοποίηση, μαζί με χονδροειδείς φυτικές ύλες (φύλλα, άχυρα, γυμνοί σπάδικες καλαμποκιού), με κόπρανα ζώων, αλλά και με άλλα υπολείμματα και να δώσει τελικό προϊόν με λιπαντικές και εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες.

Γ) Κατεργασία με θερμική συμπύκνωση

Η συμπύκνωση των αποβλήτων πραγματοποιείται με εξάτμιση σε συγκρότημα πολυβάθμιων συμπυκνωτών (multiple effect) και περιορίζει τον όγκο τους κατά 75%. Με τη συμπύκνωση αυξάνεται αναλογικά και η περιεκτικότητα σε λάδι στην υποστάθμη, που ήταν στα αρχικά απόβλητα 0,1 - 0,3% (1-3‰ σε λάδι). Παράλληλα, το νερό από τη συμπύκνωση χρησιμοποιείται για τις ανάγκες του ελαιουργείου. Η μέθοδος προσκρούει στο υψηλό οικονομικό κόστος.

4.4.2.4. Βιοκατεργασία των υγρών αποβλήτων με σκοπό την παραγωγή ενζύμων, μονοκυτταρικής πρωτεΐνης κ.τ.λ.

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων (κατσίγαρος) έχουν διάφορη χημική σύνθεση, κατά περίπτωση. Κατά τον Petruccioli και τους συνεργάτες του

(1988), η σύνθεση τους είναι η ακόλουθη: Υγρασία 83-96% Οργανικά συστατικά 3-16% Ανόργανα συστατικά 0,4-7,2%.

Πίνακας 2: Τα οργανικά συστατικά τοις εκατό (%) επί ξηράς βάσεως

Αμίδια	0,15-0,20%
Ζάχαρα	1 -8%
Λιπαρές ουσίες	0,05-1%
Ημικυτταρίνες	0,5-2,15%
Μαννίτης	0,5-1,5%
Πηκτίνες	0,05-0,15%
Πολυαλκοόλες	1-1,5%
Πρωτεΐνες	0,5-1,55%

Γενικά, η οργανική ουσία των αποβλήτων είναι ελλειμματική σε αζωτούχες ουσίες και πάντοτε εμπλουτίζεται σε νιτρικό κάλι, αν πρόκειται να αποτελέσει υπόστρωμα για την ανάπτυξη μυκήτων και σε αμμωνιακό άζωτο, αν πρόκειται να αποτελέσει υπόστρωμα για την ανάπτυξη ζυμών (Μπαλής, 1989).

Η καλλιέργεια μικροβίων στα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων είχε διπλό στόχο, τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου και το σχηματισμό προϊόντων με εμπορική αξία. Με τον τρόπο αυτό, θα μπορούσε να καλυφθεί ένα μέρος της δαπάνης διαχείρισής τους.

Είναι ακόμη τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων εκλεκτικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη ελαχίστων εξειδικευμένων μικροβίων (pH 4-5,5, υψηλή σχέση C:N ίση με 50-60:1, αυξημένη παρουσία απλών ζαχάρων, υψηλή σχετικά συγκέντρωση φαινολικών ουσιών) και τα ίδια φυτικά υγρά, κυρίως με τις φαινόλες τους, παρεμποδίζουν την ανάπτυξη όλων των υπολοίπων.

A) Μικροοργανισμοί που αναπτύχθηκαν αυτόματα ή μετά από εμβολιασμό στα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων

Τέτοιοι οργανισμοί είναι οι ακόλουθοι:

- *Candida (Torulopsis) utilis*, με εμβολιασμό (Fiesta, 1977).

- *Geotrichum candidum*, αυτόματα (Borja Padilla et al. 1992).
- *Aspergillus terreus*, με εμβολιασμό (Martinez Nieto et al., 1992).
- Μικροβιακά σκευάσματα, με εμβολιασμό, όπως SNKD (83 είδη μικροβίων, ήτοι ζύμες, ζυμοειδή, μύκητες, βακτήρια), PSBIO (βακτήρια εξεζητημένα με έξοχες μεταβολιστικές δραστηριότητες) και LLMO (Liquid Live Micro Organisms), άρα 7 είδη μικροβίων από τα οποία τα 5 είναι αερόβια και τα υπόλοιπα 2 αναερόβια (Ranalli, 1991).
- *Cryptococcus albidus* var. *albidus*, με εμβολιασμό (Petruccioli et al, 1988).
- Αζωτολόγα μικρόβια, αυτόματα στους τόπους απορρίψεως των φυτικών υγρών (Μπαλής και άλλοι, 1991).

Β) Αερόβιος βιολογικός καθαρισμός των υγρών αποβλήτων

Ο ίδιος ερευνητής, J. Fiesta (1977), χρησιμοποίησε οξειδωτικούς οργανισμούς στον καθαρισμό των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων. Διαπίστωσε ότι για την ανοργανοποίηση 1 kg BOD μέσω της βιολογικής οδού έπρεπε να αναλωθεί ηλεκτρική ενέργεια 1 kwh.

Έτσι, ένα ελαιουργείο κλασικό με δυναμικότητα 1 τόννου ελαιοκάρπου ανά ώρα και παραγωγή 6,5 m³ αποβλήτων ανά 10ωρο, με μέση τιμή BOD 95 kg/m³ έπρεπε να καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια 617 kwh, ομοίως ανά 10ωρο. Αν το ελαιουργείο ήταν φυγοκεντρικό, με δυναμικότητα 2 τόννων ελαιοκάρπου την ώρα και παραγωγή 20 m³ αποβλήτων ανά 10ωρο, με μέση τιμή BOD 42 kg/m³, τότε η ανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας θα έφθανε περίπου τα 840 kwh κατά 10ωρο. Στις ανωτέρω περιπτώσεις, το κόστος είναι υψηλό και δυσβάστακτο για ελαιουργείο κάθε μορφής και δυναμικότητας (Μιχελάκης και Κουτσαυτάκης, 1989).

Ο βραδύς ρυθμός της ανοργανοποίησης του BOD₅ των φυτικών υγρών ελαιουργείων οφείλεται, όχι τόσο στη χημική σύσταση και στη δομή των συστατικών τους, αλλά στην παρουσία και στην παρεμποδιστική δράση των φαινολικών ουσιών έναντι εξειδικευμένων για τη διάσπαση κάθε φορά μικροβίων.

*Γ) Ανάπτυξη της ζύμης *Cryptococcus albidus* σε υγρά απόβλητα ελαιουργείου για παραγωγή πηκτινολυτικών ενζύμων ενσωματωμένων στην ελαιοζύμη με στόχο την αύξηση της αποδόσεως σε λάδι*

Στην περίπτωση αυτή, τα φυτικά υγρά αφήνονταν σε ηρεμία για 24 ώρες και με σιφωνισμό οδηγούνταν σε νέα δεξαμενή (Petruccioli et al., 1988). Εκεί, απαλλάσσονταν από τις περισσότερες ταννίνες με προσθήκη ζελατίνης σε ποσοστό 0,05%, μπετονίτη σε ποσοστό 0,2% και πολυκλάρ σε ποσοστό 0,01%. Στα φυτικά υγρά προστίθενταν και προϊόν αλέσεως σπόρων ηλίανθου σε σφυρόμυλο, περιεκτικότητας σε υγρασία 7%.

Ο εμβολιασμός γίνονταν με κύτταρα της ζύμης *Cryptococcus albidus* var. *albidus* που απομονώθηκε από υγρά απόβλητα ελαιουργείων στη φάση της αυτομάτου ζυμώσεως. Η μέγιστη ανάπτυξη και η μέγιστη έκκριση πηκτινολυτικών ενζύμων ολοκληρώθηκε μέσα στις 36 πρώτες ώρες. Το υγρό υπόστρωμα ήταν, ουσιαστικά, ακατέργαστο πηκτινολυτικό ενζυμικό παρασκεύασμα, το οποίο μετά από απλή συμπύκνωση προστίθενταν στην ελαιοζύμη, στο στάδιο της μαλάξεως, υπό αναλογία 2 λίτρων κατά 100 kg πάστας.

Δ) Βιοκατεργασία των υγρών αποβλήτων για την παραλαβή, αφ' ενός αποστάγματος πλουσίου σε αιθυλική αλκοόλη και αφ' ετέρου του υπολειπομένου συμπυκνώματος με τα άλλα συστατικά

Στα συγκροτήματα αυτά, τα υγρά απόβλητα εμβολιάζονται σε πρώτο στάδιο με ζύμες για την μετατροπή των ζαχάρων προς αιθυλική αλκοόλη. Ακολουθεί απόσταξη, υπό μερικό κενό, σε συγκρότημα πολυβάθμιων συμπυκνωτών (multiple effect). Το απόσταγμα περιέχει την αιθυλική αλκοόλη και το συμπύκνωμα του βραστήρα όλα τα άλλα συστατικά του κασιόγαρου (πρωτεΐνες, λιπαρές ουσίες, πολυφαινόλες, χρωστικές κ.τ.λ.). Το τελευταίο υποπροϊόν μπορεί να αξιοποιηθεί κατά διάφορους τρόπους (για συγκομποστοποίηση, ενσωμάτωση σε σιτηρέσια αγροτικών ζώων κ.τ.λ.). Τέτοια συγκροτήματα καθαρισμού των υγρών αποβλήτων, αν τύχουν των ενδεδειγμένων χειρισμών, μπορούν να λειτουργούν με μειωμένο κόστος (Amirante et al. 1993).

Ε) Βιοκατεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων για μερική απαλλαγή από τις πολυφαινόλες τους

Οι φαινολικές ουσίες των υγρών αποβλήτων, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι οι κύριοι υπεύθυνοι για την φυτοτοξικότητά τους και για την παρεμπόδιση της αναπτύξεως επιθυμητών σ' ορισμένες περιπτώσεις μικροβίων.

Κατά τους Borja Padilla και τους συνεργάτες του (1992), η αερόβια προκατεργασία των υγρών αποβλήτων με *Geotrichum candidum* μείωνε δραστικά το οργανικό τους φορτίο.

Σε επόμενο στάδιο, τα μερικώς εξαντλημένα υγρά απόβλητα υποβάλλονταν σε αναερόβια ζύμωση για την παραγωγή μεθανίου.

4.4.2.5. Αναερόβια ζύμωση των υγρών αποβλήτων της ελαιουργίας για την παραγωγή βιοαερίου (βιομεθανοποίηση)

Η παραγωγή βιοαερίου, άρα μεθανίου 70-80% του συνόλου και 20-30% CO₂, με αναερόβια ζύμωση των υγρών αποβλήτων της ελαιουργίας, ήταν ένας από τους κύριους στόχους διαχείρισεως τους, που άρχισε πριν από πολλά χρόνια.

Στη χώρα μας έχουν διεξαχθεί πειράματα για Παραγωγή Βιοαερίου με θετικά αποτελέσματα, μια περίπτωση είναι αυτή, (Νταλής, 1988) τα συνολικά υγρά απόβλητα των ελαιουργείων με απλή ρύθμιση της σχέσεως C:N και χωρίς κατεργασία με ασβέστη για ρύθμιση της τιμής του pH και την αφαίρεση της ελαιώδους φάσεως, υποβάλλονταν σε αναερόβια ζύμωση σε βιοαντιδραστήρα αναρροής. Διαπιστώθηκε ότι μέσα σε 5 ημέρες αποικοδομούνταν τα 75-80% του αρχικού ρυπαντικού τους φορτίου. Υπολογίσθηκε ότι από 50 τόννους υγρών αποβλήτων ημερησίως είναι δυνατή η παραγωγή 1280 m³ βιοαερίου (80% CH₄ και 20% CO₂), ή 895 m³ μεθανίου που ισοδυναμούν με 768 λίτρα πετρελαίου.

Με την παραγωγή βιοαερίου από τα υγρά απόβλητα ελαιουργείων πειραματίστηκε και μια ομάδα ερευνητών στην Ισπανία (Maestro Duran, Borja Padilla, Fiesta etc.), κατά την περίοδο 1991-92. Η καινοτομία που υιοθετήθηκε, όπως ήδη αναφέρθηκε, ήταν η αερόβια προκατεργασία των αποβλήτων με μύκητες, που μείωναν δραστικά την περιεκτικότητά τους σε φαινολικές ουσίες (μέχρι 87-89%). Στη συνέχεια, τα απόβλητα υποβάλλονταν σε αναερόβια ζύμωση, που ήταν πληρέστερη και ταχύτερη, λόγω μειώσεως

του φαινολικού τους φορτίου και απέδιδαν 315 ml CH₄ υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσεως κατά γραμμάριο COD.

4.4.2.6. Άλλες τεχνικές

Η περιγραφή ή και η σύντομη αναφορά σε όλες τις προταθείσες τεχνικές καθάρσεως των υγρών αποβλήτων δεν είναι δυνατή. Θα κλείσουμε όμως, το παρόν κεφάλαιο με σύντομη περιγραφή ορισμένων ακόμη τεχνικών που φαίνονται να συγκεντρώνουν κάποια ιδιαιτερότητα.

A) Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών

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

Εξίσου σημαντική είναι και η διαπίστωση ότι οι μύκητες του γένους *Pleurotus* διαθέτοντας έναν ιδιαίτερα αποδοτικό ενζυμικό μηχανισμό αποδόμησης των φαινολικών ουσιών που περιέχονται στα λιάζουμα, μειώνουν σημαντικά τη φυτοτοξική δράση και μάλιστα να προκαλούν τον αποχρωματισμό τους. Η περαιτέρω διερεύνηση των δυνατοτήτων ανάπτυξης μυκηλιακής βιομάζας στα υγρά απόβλητα, εκτός από την ασφαλέστερη απόρριψη τους μπορεί να στοχεύσει στην παραγωγή μικροβιακής πρωτεΐνης ή και εδαφοβελτιωτικού. Επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η χρησιμοποίηση του εξαντλημένου υλικού καλλιέργειας ως ζωοτροφή.

B) Κάθαρση των υγρών αποβλήτων της ελαιουργίας με την ανάπτυξη σ' αυτά αζωτοδεσμευτικής μικροχωρίδας σε βάρος του ρυπαντικού τους φορτίου, που οδηγεί στη δέσμευση μοριακού αζώτου στο έδαφος

Ο Μπαλής και συνεργάτες του (1989 και 1991), αναφέρουν, ότι τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων (κατσίγαρος), όταν ενσωματώνονται στο έδαφος σε αλληπάλληλες δόσεις υπό αερόβιες συνθήκες, προάγουν εκλεκτικά την ανάπτυξη της αζωτοδεσμευτικής μικροχωρίδας. Η τελευταία αναλίσκει το ρυπαντικό φορτίο των αποβλήτων και έτσι το έδαφος εμπλουτίζεται σε μοριακό άζωτο, ενώ παράλληλα γίνεται μέσο καθάρσεως των υγρών αποβλήτων.

Νεότερα δεδομένα αναφέρουν ότι τα υγρά απόβλητα, αυτούσια, μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη της αζωτοδεσμευτικής μικροχλωρίδας και τα ίδια στο τελευταίο στάδιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φερτάρδευση (υδρολίπανση).

Γ) Κατεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοουργείων κατά τη μέθοδο της Εταιρείας Pieralisi και του Σταθμού Ερεύνης για βιομηχανίες Λιπαρών ουσιών του Μιλάνου

Σύμφωνα με την ανωτέρω τεχνική, η ελαιοπυρήνη των πιεστηρίων αποξηραίνεται και στη συνέχεια διαποτίζεται με τα φυτικά υγρά. Ακολουθεί και δεύτερη ξήρανση, οπότε η ελαιοπυρήνη κατακρατεί το λάδι των φυτικών υγρών, τις πρωτεΐνες, τα ζάχαρα και προπαντός τις φαινόλες. Έτσι ενισχυμένη αποστέλλεται στα πυρηνελαιοουργεία για εκχύλιση. Η απόδοση σε πυρηνέλαιο είναι αναλογικά αυξημένη, ενώ με τις πολλές φαινόλες που η ελαιοπυρήνη περιέχει, παρεμποδίζεται η ανάπτυξη των λιπολυτικών μικροοργανισμών αν καθυστερήσει η εκχύλιση της. Με τον τρόπο αυτό, αναβαθμίζεται ποιοτικά και το πυρηνέλαιο, που στη συνέχεια θα διαχωρισθεί.

Δ) Κατεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοουργείων με προσρόφηση τους σε ελαιοπυρήνη προκατεργασμένη με Na_2CO_3

Η αρχή είναι η ίδια, όπως και στην τεχνική Pieralisi σε ό,τι αφορά τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων. Η προκατεργασία όμως της νωπής ελαιοπυρήνης με Na_2CO_3 εξασθενίζει τους δεσμούς λιγνίνης - κυτταρίνης και λιγνίνης - πρωτεΐνης, που είναι υπεύθυνοι για την χαμηλή πεπτικότητα της εξαντλημένης ελαιοπυρήνης, ως συστατικού των σιτηρεσιών για τα μηρυκαστικά ζώα.

Η κατεργασία με Na_2CO_3 βελτιώνει θεαματικά την πεπτικότητα των ενσωματωμένων στα σιτηρέσια θρυμμάτων σάρκας. Τα τεμαχίδια του ξύλου απομακρύνονται με τον ένα ή τον άλλο τρόπο.

Ε) Άλλοι τρόποι διαχείρισεως των υγρών αποβλήτων ελαιοουργείων, συνδυαζόμενοι με διαχωρισμό ή όχι των οργανικών συστατικών που τα ίδια περιέχουν

- Ένας τρόπος διαχείρισεως των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων είναι το πέρασμα τους από βιοαντιδραστήρα με ακινητοποιημένη βιομάζα σε φορέα seriolite υπό θερμοκρασία 35°C. Σε διάρκεια κατακρατήσεως 4 ως 5 ημερών επιτεύχθηκε ανοργανοποίηση του 92% του αρχικού COD σ' όλες τις περιπτώσεις (Borja et al., 1992).
- Άλλος τρόπος διαχείρισεως υγρών αποβλήτων, μικρού κόστους, είναι η εναποθήκευση τους σε κλειστή δεξαμενή και η σταδιακή απόρριψη τους στο κοντινότερο αστικό αποχετευτικό σύστημα μέσα σε διάστημα 300 ημερών. Η μεταφορά θα γίνεται με βυτιοφόρο και οι ποσότητες θα είναι έτσι κατανομημένες, ώστε να μην επιβαρύνουν την ενεργό ιλύ κατεργασίας των βοθρολυμάτων σε αστικές εγκαταστάσεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαχείριση των υγρών αποβλήτων της ελαιουργίας (κατσιγαρος), για τους λόγους που εκτέθηκαν στις προηγούμενες σελίδες, ήταν και εξακολουθεί να είναι ένα πρόβλημα δυσεπίλυτο. Προσπάθειες για την ορθή κατεργασία τους έχουν γίνει πολλές, κυρίως στην Ισπανία και στην Ιταλία. Αξιοσημείωτο είναι, ότι πολλές τεχνικές στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν προταθεί και πατενταρισθεί. Οι περισσότερες, αν όχι όλες, διατείνονται ότι έχουν λύσει το πρόβλημα το οποίο όμως παραμένει άλυτο.

Στην Ιταλία σε σχετική απογραφή διαπιστώθηκε ότι λειτουργούν 90 κατασκευάστριες Εταιρείες μηχανολογικών εγκαταστάσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων των ελαιουργείων. Το γεγονός αυτό και μόνο αποτελεί αδιάψευστη μαρτυρία για τη σοβαρότητα του προβλήματος.

Η Ελλάδα, παρότι τρίτη σε σπουδαιότητα ελαιοπαραγωγική χώρα, κατέχει και στον τομέα αυτό το προνόμιο της αδιαφορίας. Η διάθεση μέχρι σήμερα των ελαιουργικών μας αποβλήτων, σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα, γίνεται σε φυσικούς αποδέκτες και κατανέμεται ως εξής: 58,3% σε περιοδικούς χείμαρρους, 19,8% στο έδαφος, 6% σε ποτάμια, 5,3% στη θάλασσα και 0,038 σε λίμνες.

Πρακτικότερη λύση στο πρόβλημα των αποβλήτων αποτελεί αναμφίβολα η χρήση ελαιουργείων δύο φάσεων. Όπως αναφέρθηκε, στα ελαιουργεία αυτά δεν προστίθεται νερό στο decanter ή προστίθεται μικρή μόνο ποσότητα ανάλογα με τη φύση της ελαιοζύμης και έτσι περιορίζεται αισθητά το πρόβλημα των αποβλήτων, αφού μειώνονται κατά ένα ποσοστό της τάξεως του 40% περίπου. Σύμφωνα με τις κατασκευάστριες εταιρείες, ο φυγοκεντρικός διαχωριστήρας τριών φάσεων μπορεί να μετατραπεί εύκολα σε δύο φάσεων, με φράξιμο της οπής εξόδου των φυτικών υγρών και μείωση της ταχύτητας περιστροφής του ατέρμονα κοχλία, ώστε να παραμείνει ο ελαιοπυρήνας για μεγαλύτερο χρόνο στο τύμπανο και να απορροφήσει περισσότερα υγρά.

Συμπερασματικά, τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων, ο γνωστός κατσιγαρος, πιέζει όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες με τον τεράστιο όγκο του και τις πολλές ιδιαιτερότητες του. Η επιστημονική έρευνα που έχει διεξαχθεί στο θέμα της διαχείρισέως του είναι εκτεταμένη και σημαντική.

Εντούτοις, το πρόβλημα δεν έχει λυθεί πλήρως και είναι σοβαρό, γιατί τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων, περισσότερο από ό,τι εκείνα των άλλων αγροτοβιομηχανιών, υποβαθμίζουν κατά τρόπο δραματικό το περιβάλλον. Για το λόγο αυτό, κάθε έρευνα σχετική με τα απόβλητα των ελαιουργείων, θα πρέπει να τυχαίνει ιδιαίτερας προσοχής και προνομιακής χρηματοδότησεως από της πλευράς της Πολιτείας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- Βορεάδου Α., (1993) "Υγρά απόβλητα ελαιουργείων – Επιπτώσεις στα φυσικά υδατικά οικοσυστήματα της Κρήτης". Πρακτικά Δημερίδας για τη Διαχείριση Αποβλήτων των Ελαιουργείων Σητεία.
- Γρηγοράκης Δ. 2004. Δημήτρης Γρηγοράκης Μικροσυστατικά προσροφημένα σε φυτικά τρόφιμα κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος και διατροφική αξιολόγηση, Αθήνα Ιούνιος 2004
- Κάπτης Κ.2008. Καττης Κυριακος, Χημικες αναλύσεις του ελαιολαδου – μεθοδοι ελεγχου της ποιτητας, Φλώρινα 2008
- Κουτσαυτάκης, Α., Ψυλλάκης, Ν., Κυριτσάκης, Α., Μικρός, Λ. και Βαμβούκας, Δ. 1979. Συγκριτικές δοκιμές ελαιουργικών συγκροτημάτων. Έκθεση αποτελεσμάτων περιόδου 1978-79. Έκδοση ΙΥΕ Χανίων.
- Κυριτσάκης Α. 1988. Το ελαιόλαδο, χημική σύνθεση, Τεχνολογία ποιοτικός έλεγχος, Βιολογική αξία, Αγροτικές συνεταιριστικές εκδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- Κυριτσάκης, Α. 1993. Το Ελαιόδαδο, Αγροτικές Συνεταιριστικές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- Κυριτσάκης, Α. 2007. Το Ελαιόδαδο, Συμβατικό και Βιολογικό, Βρώσιμη ελιά – Πάστα ελιάς, Αγροτικές Συνεταιριστικές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη
- ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ Ν., ΚΟΥΤΣΑΥΤΑΚΗΣ Α., (1989) «Απόβλητα ελαιουργείων. Δυσκολίες και προοπτικές για την αντιμετώπιση του προβλήματος». Πρακτικά Ημερίδας, Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων, ΓΕΩΤΕΕ/Π. Κρήτης, 31 Μαρτίου 1989, Ηράκλειο.
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ., 1997, Σύγχρονη ελαιοκομία, Το ελαιόλαδο, τόμος δεύτερος, έκδοση ΣΕΒΙΤΑΛ, Αθήνα.
- ΜΠΑΛΗΣ Κ (1989) "Δυναμική της αερόβιας αξιοποίησης του κασιγάρου." Πρακτικά Ημερίδας Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Μάρτης (1989).
- ΜΠΑΛΗΣ Κ, ΧΑΤΖΗΠΑΥΛΙΔΗΣ Ι., ΦΛΟΥΡΗ Φ. (1991) 'Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων»,

Πρακτικά συμποσίου: Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιοτριβείων, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος & Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, Χανιά.

- ΜΠΑΛΗΣ Κ, (1997)"Αερόβια Βιοεπεξεργασία Αποβλήτων Ελαιοτριβείων: Αζωτοδεσμευτική Βιολιπασματοποίηση και Διαδικασίες Συγκομποστοποίησης". Πρακτικά Συμποσίου, ΤΑ «ΑΠΟΒΛΗΤΑ» ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ, ΚΑΛΑΜΑΤΑ 6-8 Νοεμβρίου 1997.
- ΝΤΑΛΗΣ Δ., (1988) Η ρύπανση του περιβάλλοντος και το πρόβλημα των αποβλήτων ελαιουργείων. Η αερόβια επεξεργασία τους." Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης "Οι ελαιώνες του Αιγαίου" Μυτηλήνη 25-27/2/1988.
- Παπαναστασίου Δ.Π. 1966 Σύγχρονη ελαιουργία. Η Τεχνολογία των ελαίων. Εκδ. οίκος Σπύρος Σπύρου και Υιός, Αθήνα.

Ξενόγλωσση

- Amirante, P, Di Renzom, G.C., Di Giovacchino, L, Bianchi B. and Catalano, P.1993. Technological developments in olive oil extraction plants. *Olivae*.
- Bonari E.; - Primi risultati sperimentali sullo spargimento delle acque di vegetazione sul terreno agrario in Toscana. - Proc. International Symposium ?Olio di oliva e olive da tavola. Tecnologie e qualita?. Citta S. Angelo, Pescara, Italy April 25th to 28th 1990.
- Borja-Padilla, R., Martin, A., Maestro, R., Alba, J. and Fiestas, J.A. (1992 b). Enhancement of the anaerobic digestion of olive mill waste water by removal of phenolic compounds inhibitors. *Process Biochemistry*.
- Carola, C. 1975. By-products. In *Olive Oil Technology*. J.M. Moreno Martinez, ed. FAO, Rome, pp. 77-87.
- Di Giacomo, G., Brandani, V., Del Re, G., 1991. Evaporation of olive oil mill vegetation waters.
- DI GIOVACCHINO L (1991). L'estrazione dell'olio dalle olive con i sistemi della pressione, della centrifugazione e del percolamento: incidenza delle tecniche operative sui rendimenti in olio. *Riv Ital Sost Grasse*.

- DI GIOVACCHINO L, SOLINAS M, MICCOLI M (1994). Effect of extraction systems on the quality of virgin olive oil. J Am Oil Chem Soc.
- Fedeli, E. 1997. Lipids of olives. Progr. Chem. Fats, other lipids, 15: 7.
- Fiesta Ros de Ursinos, J. 1977. Purification of waste waters in the olive oil industries (Andalusia). Grasias y Aceites.
- Giovacchio L., (1996) Olive harvesting and olive oil extraction (Chapter 2) Olive Oil. Chemistry and Technology Ed: Boscou, D., AOCS Press. Martinez et al. 1974
- Israilides, C. J., Vlyssides, A. G., Mourafeti, V. N. and Karvouni, G. 1997. Olive oil wastewater treatment with the use of an electrolysis system, Bioresource Technology. 61: 163.
- Itoh, T., K. Yoshita, T. Yatsu, T. Tamura ad Matsumoto, 1981. Triterpene alcohols and sterols of Spanish olive oil. J. Amer. Oil Chem. Soc. 58: 545.
- Kiritsakis, A. 1998. Olive oil from the tree to the table, 2nd edition, Food and Nutrition Press Inc., Trumbull, Conn ,USA.
- Kiritsakis A.K., E.B. Lenert, W.C. Willet and R.J. Hernandez, 1998, Olive oil – From Tree to Table – Second Edition, Trumbull, CT Food and Nutrition Press, Inc.
- Maestro Duran, R., Borja-Padilla, R., Martin-Martin, A.,Fiestas-Ros-de-Ursinos, and ACHA-Mendoza. (1991).Biodegradacion de los fenolicos presentes en el alpechin. Grasas y Aceites.
- Martinez, J.M., Gómez, C., Alba, J., Petruccioli, G., Muñoz, E., Cucaracha, A., Gutierrez, R., Carola, C., Fernández, P. (1974) "*Manual de Elaiotecnica*". Editorial Agrícola Española, S.A.
- Martinez-Nieto, L., Ramos Cormenzana, A., Garcia-Pareja, M.P. and Garido Hoyos, S.E. (1992). Biodegradacion de compuestos fenolicos del al pechin con *Aspergillus terreus*. Grasa y Aceites.
- Morettini, A., 1950. Olivocultura. Edit. Agricolture, Roma.
- Petruccioli, M., Servili, M., Montedoro.F. and Federici, F. 1988. Development of recycle procedure for the utilization of vegetation waters in the olive oil extraction process.

- Phyllakis N. L. Mikros, et A. Kiritsakis 1980. Caracteristiques qualitatives de l'huile d'olive et les facteurs qui influent sur ces caracteristiques. Actes du III^e congres international sur la valeur biologique de l'huile d'olive. Chania, Crète, Grèce.
- Pieralisi 2004: Συντήρηση κάθετου φυγοκεντρικού διαχωριστήρα
- Ranalli, A. 1991 a. The effluent from olive mills: Proposal for re-use and purification with reference to Italian legislation.
- Ranalli, A. and Angerosa, F. 1996. Integral centrifuges for olive oil extraction. The qualitative characteristics of products. J. Am. Oil Chem. Soc. 73:417.
- Suarez Martinez J.M., 1975, Preliminary operations in www.Olive Oil Technology. Moreno Martinez, J.M. Editor EAO, Rome.
- The Natural Chemistry of Australian Extra Virgin www.Olive Oil, 2007 Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, Australia.
- Westfalia 2002: Εγχειρίδιο σωστής εγκατάστασης και λειτουργίας decarter

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <http://www.e-toon.net/gr/>
- <http://www.tdcolive.net>
- <http://www.cpcorg.com>
- <http://www.internationaloliveoil.org>
- http://www.easreth.gr/proionta-ypiresies/ladi/eleolado_par_metaf_apoth.htm
- www.polatas.com.tr/en/dekantor_pms350_px20.php
- www.virgin-oil.com.au/oliveoil_class.htm
- http://www.eosp.gr/sinedria/pdf_omilies_elia/korakaki.pdf
- http://neelkamalspares.com/images/separators_pares.gif
- http://www.Oliveoilsource.com/olive_chemistry
- <http://www.google.gr/images>
- www.klimiscoal.gr