

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΜΣ “ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”**



**«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ
ΝΟΜΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ
ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΑΡΧΙΑ
ΜΕΡΑΜΠΕΛΛΟΥ»**

ΚΟΥΤΑΝΤΟΣ ΜΙΧΑΗΛ ΑΜ: 145/200510

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Π. ΧΑΛΒΑΔΑΚΗΣ**

**Καθηγητής
Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Αιγαίου**

**Μυτιλήνη
Οκτώβριος 2006**

Ευχαριστίες

Εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες, στον Καθηγητή Κώστα Χαλβαδάκη, για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής εργασίας και την επιστημονική του καθοδήγηση.

Το προσωπικό της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Λασιθίου και ιδιαίτερα τους υπαλλήλους της Δ/σης Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, των Τεχνικών και Υγειονομικών Υπηρεσιών για την παροχή απαραίτητων στοιχείων για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Τον Γεωλόγο Βαρδάκη Χαράλαμπο για την πολύτιμη βοήθεια του πάνω σε γεωλογικά θέματα σχετικά με τη χωροθέτηση των εξατμισοδεξαμενών.

Τον Περιβαλλοντολόγο Εμμανουήλ Καρατζά, για τις χρήσιμες υποδείξεις του όσον αφορά το κεφάλαιο της επικινδυνότητας.

Τον Πολεοδόμο – Χωροτάκτη Βερίγο Μανόλη για τη βοήθεια του στη δημιουργία του χάρτη GIS.

Τέλος ευχαριστώ όλους τους ιδιοκτήτες των ελαιουργείων του Νομού Λασιθίου συνεταιριστικών και ιδιωτικών που πρόθυμα μου άνοιξαν τις επιχειρήσεις τους και μου παρείχαν οποιοδήποτε πληροφορία.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Γενικά.....	9
1.2 Το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων των ελαιουργείων στο Νομό Λασιθίου.....	12
1.3 Αντικείμενο και σκοπός της εργασίας.....	13
2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ – ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ – ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	15
2.1 Χαρακτηριστικά ελαιοκάρπου.....	15
2.2 Συστατικά ελαιοκάρπου.....	16
2.2.1 Νερό.....	16
2.2.2 Ελευρωπαϊνή.....	16
2.2.3 Σάκχαρα.....	17
2.2.4 Πρωτεΐνες.....	17
2.2.5 Ελαιόλαδο.....	17
2.2.6 Άλλα συστατικά.....	17
2.3 Σχηματισμός ελαιολάδου.....	18
3. ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟ.....	20
3.1 Γενικές πληροφορίες.....	20
3.2 Στάδια επεξεργασίας ελαιοκάρπου στο ελαιουργείο.....	21
3.2.1 Παραλαβή ελαιοκάρπου.....	21
3.2.2 Τροφοδοσία – αποφύλλωση.....	21
3.2.3 Πλύσιμο.....	22
3.2.4 Σπάσιμο – άλεση ελαιοκάρπου.....	22
3.2.5 Μάλαξη.....	23
3.2.6 Παραλαβή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη.....	24
3.2.7 Τελικός διαχωρισμός – Καθαρισμός ελαιολάδου.....	26
4. ΤΥΠΟΙ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ – ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ.....	28
4.1 Τύποι ελαιουργείων.....	28
4.1.1 Κλασικό ελαιουργικό συγκρότημα.....	28
4.1.2 Φυγοκεντρικό ελαιουργικό συγκρότημα τριών φάσεων.....	31
4.1.3 Φυγοκεντρικό ελαιουργικό συγκρότημα δύο φάσεων.....	33
4.1.4 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα των διφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων.....	34
4.2 Ποιοτική σύσταση υποπροϊόντων ελαιουργίας.....	36

4.2.1	Σύνθεση ελαιοπυρήνας.....	37
4.2.2	Σύνθεση υγρών αποβλήτων.....	37
4.2.3	Απόβλητα διφασικών ελαιουργείων.....	41
5.	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ.....	44
5.1	Γενικά.....	44
5.2	Επίδραση στους μικροοργανισμούς.....	45
5.3	Φυτοτοξικότητα.....	46
5.4	Επίδραση στο νερό.....	47
5.5	Επίδραση στο έδαφος και στα πετρώματα.....	48
5.6	Επίδραση στην ατμόσφαιρα.....	49
6.	ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ.....	50
6.1	Γενικά.....	50
6.2	Διαχείριση υγρών αποβλήτων.....	50
6.2.1	Μηχανικές μορφές επεξεργασίας.....	51
6.2.1.1	Διάλυση (Dilution).....	51
6.2.1.2	Διήθηση (Filtration).....	52
6.2.1.3	Καθίζηση (Sedimentation).....	52
6.2.1.4	Επίπλευση (Flotation).....	53
6.2.1.5	Φυγοκέντριση (Centrifugation).....	54
6.2.2	Βιολογικές μορφές επεξεργασίας.....	54
6.2.2.1	Αναερόβια επεξεργασία (Anaerobic treatment).....	55
6.2.2.2	Αερόβια επεξεργασία (Aerobic treatment).....	55
6.2.2.3	Λίμνες εξάτμισης (Lagoons).....	57
6.2.2.4	Βιοτεχνολογία (Biotechnological process).....	58
6.2.3	Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας.....	58
6.2.3.1	Διαχωρισμός με μεμβράνες (Membrane technology).....	58
6.2.3.2	Αποτέφρωση (Incineration).....	60
6.2.3.3	Εξάτμιση και απόσταξη (Evaporation and distillation).....	61
6.2.3.4	Συσσωμάτωση (Flocculation).....	62
6.2.3.5	Οξείδωση/Αναγωγή και Αποτοξικοποίηση (Oxidation/Reduction and Detoxification).....	62
6.2.3.6	Προσρόφηση (Adsorption).....	63
6.3	Διαχείριση στερεών αποβλήτων.....	63
6.3.1	Μηχανική επεξεργασία.....	64
6.3.1.1	Διαχωρισμός, ταξινόμηση, εσχαρισμός.....	64
6.3.1.2	Συμπίεση.....	64

6.3.1.3 Ξήρανση.....	64
6.3.2 Βιολογική επεξεργασία.....	65
6.3.2.1 Άρδευση/ή διασπορά σε αγροτεμάχια (Irrigation of agricultural land/Land spreading)	65
6.3.2.2 Κομποστοποίηση (Composting).....	66
6.3.2.3 Αναερόβια ζύμωση/χώνευση (Anaerobic fermentation/digestion).....	67
6.3.3 Θερμική επεξεργασία.....	68
6.3.3.1 Πυρόλυση (Pyrolysis).....	68
6.3.3.2 Αεριοποίηση (Gasification).....	68
6.3.3.3 Αποτέφρωση (Incineration).....	69
6.3.4 Απόθεση.....	69
6.3.4.1 Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής (Land filling).....	69
7.ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ.....	72
7.1 Γενικά.....	72
7.2 Διαχείριση των αποβλήτων ελαιουργείων στο Νομό Λασιθίου.....	78
7.3 Προβλήματα και πλεονεκτήματα των μεθόδων επεξεργασίας των ΥΑΕ στο Νομό Λασιθίου	83
8. ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΑΡΧΙΑ ΜΕΡΑΜΠΕΛΛΟΥ	
.....	86
8.1 Γενικά.....	86
8.2 Κριτήρια αξιολόγησης.....	87
8.2.1 Κριτήριο αξιολόγησης «Ποσότητα και ποιότητα υγρών αποβλήτων».....	87
8.2.2 Κριτήριο αξιολόγησης «Χρήση Συστήματος Διαχείρισης Αποβλήτων».....	88
8.2.3 Κριτήριο αξιολόγησης «Χαρακτηριστικά εξατμισοδεξαμενής».....	88
8.2.3.1 Υποκριτήριο αξιολόγησης «Υπέδαφος εξατμισοδεξαμενής».....	88
8.2.3.2 Υποκριτήριο αξιολόγησης «απόσταση από γεωτρήσεις».....	90
8.2.3.3 Υποκριτήριο αξιολόγησης «απόσταση από Natura».....	90
8.2.4 Κριτήριο αξιολόγησης «Διάθεση φύλλων».....	90
8.2.5 Κριτήριο αξιολόγησης «Λοιπές επιδράσεις σε φυσικούς πόρους».....	91
8.2.6 Κριτήριο αξιολόγησης «Θέση ελαιουργείου ως προς οικισμούς».....	91
8.2.7 Κριτήρια αξιολόγησης «Θέση ελαιουργείων ως προς αρχαιολογικούς/τουριστικούς χώρους».....	92
8.3 Συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων αξιολόγησης.....	92
8.4 Επικινδυνότητα ελαιουργείων επαρχίας Μεραμπέλλου.....	93
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	94
ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ.....	95
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΣΥΜΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	96

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....	100
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	103
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....	108

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ελαιοκαλλιέργεια και η παραγωγή ελαιολάδου, αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ιστορίας του Νομού Λασιθίου αλλά και ολόκληρης της Κρήτης. Η κρητική διατροφή είναι παγκοσμίως γνωστή λόγω της διατροφικής αξίας του ελαιολάδου, ενώ το κρητικό ελαιόλαδο τα τελευταία χρόνια βραβεύεται ανελλιπώς για την υψηλή ποιότητα του.

Τα παλαιότερα χρόνια στο Νομό Λασιθίου η εξαγωγή του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο γινόταν με κλασσικού τύπου ελαιουργεία ενώ αποδέκτες των υγρών αποβλήτων ήταν οι χείμαρροι, τα ποτάμια και η θάλασσα με ανεπανόρθωτες ζημιές στο περιβάλλον και στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Σήμερα τα κλασσικού τύπου ελαιουργεία έχουν αντικατασταθεί εξολοκλήρου από τα φυγοκεντρικά τα οποία παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αποβλήτων ενώ για να αδειοδοτηθούν απαιτείται η σύνταξη Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να κάνει μια καταγραφή και χωροθέτηση των ελαιουργείων του Νομού Λασιθίου σε χάρτη με τη χρήση προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Επίσης γίνεται μια αναφορά στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η διαχείριση των υγρών αποβλήτων στο Νομό Λασιθίου αλλά και μια κατάταξη των ελαιουργικών επιχειρήσεων που βρίσκονται στην επαρχία Μεραμβέλλου με βάση τον βαθμό επικινδυνότητας των. Η σχετική επικινδυνότητα των ελαιουργείων στηρίζεται σε επιλεγμένα κριτήρια αξιολόγησης καθένα από τα οποία έχει και διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας.

Λέξεις – κλειδιά: Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων, σχετική επικινδυνότητα, κριτήρια αξιολόγησης, Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών.

ABSTRACT

The cultivation of olive trees and the production of olive oil, constitute integral piece not only of Lasithi history but also of entire Crete. The Cretan diet is worldwide known because of the alimentary value of olive oil while the Cretan olive oil the last years was rewarded for its high quality.

Once in Lasithi Prefecture the olive oil production was be done with Classical olive mills and the olive-mill wastewater were thrown in torrents, rivers and in the sea with irreparable damages in the environment and in the underground water. In recent years the classic-type olive mills have been replaced from the olive-mills which using centrifuging extractors. This type of olive – mills produces

larger amounts from wastewater while and it needed a research of environmental effects.

Aim of this thesis, is to make a recording and a survey of the olive-mills which are in Lasithi Prefecture in a map with the use of Geographical Information Systems. Furthermore, it is doing an account of olive-mills waste management in Lasithi Prefecture and a classification of olive – mills which are in the district of Merambello by risk assessment. The relative risk of olive – mills based in selected assessment criteria and each one has a different impact factor.

Keywords. Olive mill waste management, relative risk assessment, assessment criteria, Geographical Information System.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η καλλιεργούμενη ελιά ανήκει στο είδος *Olea europaea* L. Η καλλιέργεια της ελιάς αν και έχει αναπτυχθεί σε δυο στενές λωρίδες γης στην εύκρατη ζώνη (30⁰ - 45⁰) του βόρειου και νότιου ημισφαιρίου καταλαμβάνει μια σημαντική έκταση (100 εκατομμύρια στρέμματα). Σήμερα σε όλη την υδρόγειο υπάρχουν περίπου 800 εκατομμύρια ελαιόδεντρα από τα οποία το 95% περίπου φύονται στη λεκάνη της Μεσογείου, η οποία διαθέτει άριστες εδαφοκλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη της ελιάς. Σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου του Ελαιολάδου η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου την περίοδο 2004/2005 ήταν 2,8 εκατομμύρια τόνοι με την Ελλάδα να παράγει περίπου 400.000 τόνους. Οι σπουδαιότερες ελαιοπαραγωγές χώρες κατά σειρά σπουδαιότητας είναι: η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Τουρκία, η Τυνησία, η Συρία, η Πορτογαλία, το Μαρόκο και η Αλγερία.

Η ελαιοκομία αποτελεί τον πιο σημαντικό κλάδο της Ελληνικής δενδροκομίας. Η ελαιοκαλλιέργεια στην Ελλάδα καταλαμβάνει πάνω από 6,5 εκατομμύρια στρέμματα, έκταση που αναλογεί στο 15% περίπου της καλλιεργούμενης γεωργικής γης και στο 75% των εκτάσεων των δενδρωδών καλλιεργειών. Κατά την τελευταία 25ετία παρατηρείται συνεχής αύξηση των εκτάσεων που καλλιεργούνται με ελιά καθώς και σημαντική αύξηση της ετήσιας παραγωγής ελαιολάδου. Το ελαιόλαδο είναι σπουδαίο προϊόν, μεγάλης οικονομικής και κοινωνικής σημασίας καθώς η ακαθάριστη αξία της παραγωγής του αντιπροσωπεύει το 12,5% της ακαθάριστης φυτικής παραγωγής της χώρας και το 46,5% του ακαθάριστου γεωργικού εισοδήματος. Η καλλιέργεια της ελιάς εντοπίζεται κυρίως στις νότιες παράλιες περιοχές της χώρας. Μεγάλη συγκέντρωση ελαιοδέντρων για παραγωγή ελαιολάδου (Πίνακας 1.1) παρουσιάζεται στις θερμότερες και ξηρότερες περιοχές της χώρας, όπως στην Κρήτη, στην Πελοπόννησο (Νομός Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αχαΐας και Ηλείας), στα νησιά του Ιονίου Πελάγους (Κέρκυρα, Ζάκυνθος) και στα νησιά του Αιγαίου (Λέσβος) (Σφακιωτάκης Ε., 1996).

Στην Κρήτη καλλιεργούσαν την ελιά από τα πολύ παλιά χρόνια και κυρίως κατά τη Μινωική εποχή, περίπου στα 2000 π.Χ., όταν η καλλιέργεια της ελιάς βρισκόταν στην πιο μεγάλη της ακμή. Οι Κρητικοί καταναλώνουν κατά παράδοση μεγάλες ποσότητες ελαιολάδου. Είναι χαρακτηριστική η έκπληξη που ένοιωθαν οι κατά καιρούς περιηγητές της Κρήτης όταν έβλεπαν τους κατοίκους να

καταναλώνουν το ελαιόλαδο σε τέτοιες μεγάλες ποσότητες. Ο Άγγλος περιηγητής Πάσλεϋ, που περιόδευσε την Κρήτη το 1831, γράφει: Όι Κρητικοί είναι μαθημένοι στο λάδι. Το δίνουν στα παιδιά με ψωμί (www.sedik.gr).

Διαμέρισμα (Νομός) Ετήσια παραγωγή (τόνοι) Ποσοστά επί του συνόλου (%)

1. Ηρακλείου	39.329	15,6
2. Μεσσηνίας	32.691	13,0
3. Χανίων	24.405	9,7
4. Λασιθίου	15.403	6,1
5. Λέσβου	14.343	5,7
6. Ηλείας	13.130	5,2
7. Λακωνίας	12.278	4,9
8. Αχαΐας	11.566	4,6
9. Ρεθύμνου	11.083	4,4
10. Κέρκυρας	9.134	3,6
Σύνολο χώρας	251.596	

Πίνακας 1.1. Σπουδαιότερα κέντρα παραγωγής ελαιολάδου (1985)

Πηγή: ΕΣΥΕ/ΓΣΕ 1985

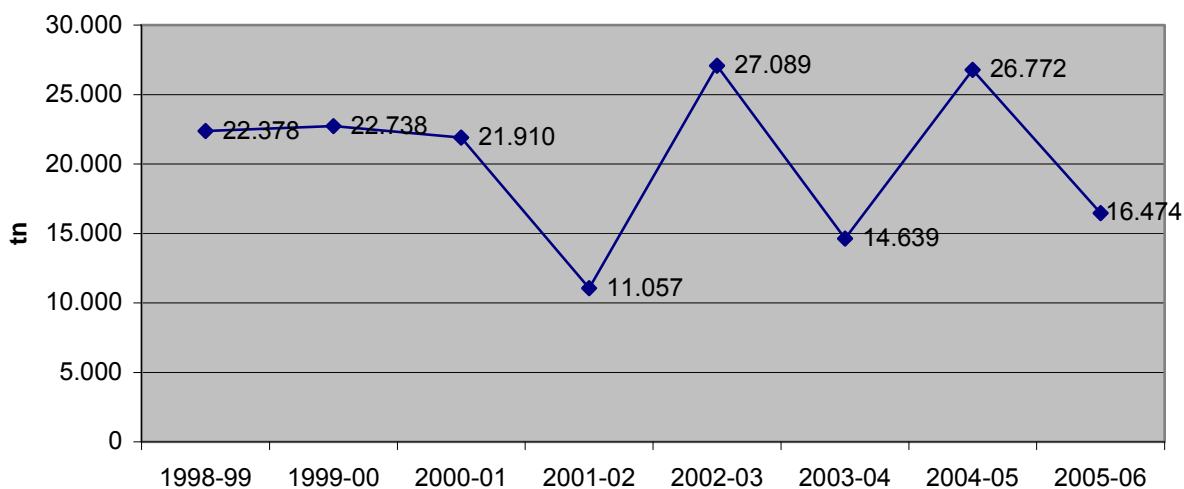
Σήμερα η μέση κατανάλωση σε επίπεδο Ελλάδας που είναι η υψηλότερη στον κόσμο ανέρχεται σε 20 kg/άτομο τον χρόνο. Στην Κρήτη η κατά άτομο κατανάλωση είναι ακόμη υψηλότερη και φθάνει τα 25 kg/άτομο. Οι δείκτες αυτοί είναι αρκετά υψηλότεροι από τους αντίστοιχους σ' άλλες χώρες ακόμα και ελαιοπαραγωγικές, και κάνουν τους Κρητικούς τους ανθρώπους με τη μεγαλύτερη κατανάλωση κατά κεφαλή ελαιολάδου στον κόσμο (www.sedik.gr). Οι ευεργετικές επιδράσεις του ελαιολάδου στην υγεία των κατοίκων της Κρήτης είναι και επιστημονικά αποδεδειγμένες. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι οι καρδιαγγειακές παθήσεις στην Κρήτη είναι σπάνιες, ενώ σε έρευνα που έγινε σε Κρήτη σε πληθυσμό 686 ανδρών ηλικίας 40 έως 59 ετών έδειξε ότι η θνησιμότητα από αρτηριακή πάθηση της στεφανιαίας ήταν πολύ μικρή (Α. Dontas, Ρ. J. Ioannidis, J. Steriotis and C. Aravanis (1980).

Συγκεκριμενοποιώντας στο Νομό Λασιθίου σύμφωνα με το ελαιοκομικό μητρώο σήμερα καλλιεργούνται 5.460.963 ελαιόδεντρα σε 294.076 στρέμματα (Πίνακας 1.2).

	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΑ
ΕΠΑΡΧΙΑ ΜΕΡΑΜΠΕΛΛΟΥ	104.575	1.332.894
ΕΠΑΡΧΙΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	93.957	1.819.391
ΕΠΑΡΧΙΑ ΣΗΤΕΙΑΣ	97.805	2.272.605

Πίνακας 1.2 Καλλιεργούμενες εκτάσεις και ελαιόδεντρα κατά επαρχία στο Νομό Λασιθίου

Παράλληλα η παραγωγή του ελαιολάδου στο Νομό Λασιθίου την περίοδο 1998 έως και σήμερα παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις λόγω της παρεννιαυτοφορίας των ελαιοδέντρων (Σχήμα 1.1). Την ελαιοκομική περίοδο 2005-06 η ελαιοπαραγωγή του Νομού κυμάνθηκε στους 16.474 τόνους (Πηγή: Δ/νση Αγροτ. Ανάπτυξης Λασιθίου).



Σχήμα 1.1 Ελαιοπαραγωγή Νομού Λασιθίου την περίοδο 1998-06

Στο Νομό Λασιθίου η επικρατούσα ποικιλία είναι η κορωνέϊκη η οποία φαίνεται ότι διαδόθηκε από τους Ενετούς και θεωρείται από τις καλύτερες ποικιλίες για παραγωγή λαδιού.

1.2 Το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων των ελαιουργείων στο Νομό Λασιθίου.

Από την αρχαιότητα η παραγωγή του ελαιολάδου συνδέεται με την παραγωγή ποικίλων παραπροϊόντων που προκύπτουν από την έκθλιψη της ελιάς. Ωστόσο, κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει σημειωθεί αισθητή αύξηση στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος κυρίως λόγω του ότι δεν έχει προταθεί κάποιος τρόπος περιβαλλοντικά ορθός και οικονομικά βιώσιμος για την διάθεση των υγρών αποβλήτων που παράγονται κατά την διαδικασία παραγωγής του ελαιολάδου (www.paseges.gr).

Στο Νομό Λασιθίου μετά τη συγκομιδή του ο ελαιόκαρπος αποθηκεύεται σε σακιά για μικρό χρονικό διάστημα (συνήθως 1-2 ημέρες) σε συνθήκες καλού αερισμού ή αλέθεται αυθημερόν στο ελαιουργείο προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητα του ελαιολάδου. Υπάρχουν 3 ειδών ελαιουργεία, το κλασσικό, το φυγοκεντρικό 3 φάσεων και το φυγοκεντρικό 2 φάσεων. Στο Νομό Λασιθίου λειτουργούν 73 ελαιουργεία (33 στην επαρχία Σητείας, 20 στην επαρχία Ιεράπετρας και 20 στην επαρχία Μεραμπέλλου) το σύνολο σχεδόν των οποίων ανήκει στην κατηγορία των τριφασικών φυγοκεντρικών. Τα φυγοκεντρικά ελαιουργεία αντικατέστησαν τα κλασσικά λόγω του ότι εξασφαλίζουν συνθήκες αυτοματισμού με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου επεξεργασίας και των εργατικών χεριών στο ελάχιστο δυνατό ενώ επιπλέον παραλαμβάνεται ελαιόλαδο χαμηλότερης οξύτητας. Το πιο σημαντικό μειονέκτημα των τριφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων είναι ότι παράγουν πολύ μεγαλύτερη ποσότητα υγρών αποβλήτων ($1,3 \text{ m}^3$ υγρών αποβλήτων / tn ελαιοκάρπου) έναντι των κλασσικών ελαιουργείων ($0,67 \text{ m}^3$ υγρών αποβλήτων / tn ελαιοκάρπου) (Τζουτζομήτρος,2002). Επομένως λαμβάνοντας υπόψη ότι στο Νομό Λασιθίου κατά μέσο όρο κάθε χρόνο παράγονται 21.000 τόνοι ελαιολάδου και ένα φυγοκεντρικό τριφασικό ελαιουργείο παράγει $6,89 \text{ m}^3$ υγρών αποβλήτων / tn ελαιολάδου (Τζουτζομήτρος,2002) προκύπτουν 137.800 m^3 υγρών αποβλήτων / έτος. Τα υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλό οργανικό φορτίο που κυμαίνεται σε όρους BOD_5 από 35.000 mg/l έως 110.000 mg/l ενώ το pH τους είναι πολύ όξινο και κυμαίνεται από 4 έως 6.7 κάτι που κάνει αδύνατη τη δράση πολλών ομάδων μικροοργανισμών που ως στόχο θα είχαν την αποδόμηση τους (Gonzalez – Lopez et al.,1994). Ενδεικτικά πρέπει να αναφερθεί ότι απόβλητα όγκου 50 m^3 ($\text{BOD}_5 = 40.000 \text{ mg/l}$) ισοδυναμούν με αστικά απόβλητα μιας πόλης περίπου 30.000 κατοίκων (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,2004).

Στο Νομό Λασιθίου με την υπ' αρ. πρωτ. 30819/29-7-1996 Απόφαση της Δ/σης Δημόσιας Υγιεινής και Κοινωνικής Πρόνοιας τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων αφού πρώτα γίνει κάποια προεργασία σε τρεις δεξαμενές (λιποσυλλέκτης, εξουδετέρωσης και καθίζησης) καταλήγουν σε εξατμισοδεξαμενές που σύμφωνα όμως με τη γνώμη πολλών επιστημόνων δεν λύνουν το πρόβλημα αλλά απλά το μετατοπίζουν. Επίσης σημαντικά μειονεκτήματα των εξατμισοδεξαμενών αποτελούν το γεγονός ότι το 70% των πετρωμάτων είναι υδροπερατά και μόλις το 30% των πετρωμάτων είναι

αδιαπέρατα με συνέπεια τη μόλυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, αλλά και η έντονη δυσοσμία που αναδύει ο κατσίγαρος, κάτι που προκαλεί έντονες αντιδράσεις ειδικά όταν η εξατμισοδεξαμενές βρίσκονται σχετικά κοντά σε κατοικημένες περιοχές.

Επιπλέον πρόβλημα στη σωστή διαχείριση των αποβλήτων αποτελεί το γεγονός ότι τα ελαιουργεία στο Νομό Λασιθίου είναι πολλά, μικρά και διάσπαρτα κατανομημένα, αποτελώντας μικρές εστίες ρύπανσης, κάτι που δυσκολεύει τον έλεγχο τους από πλευράς υπηρεσιών αλλά και είναι δύσκολο για τους ιδιοκτήτες των ελαιουργείων όσο καλή διάθεση και αν έχουν να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα στην πηγή του.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων αποτελούν μείζον περιβαλλοντικό πρόβλημα για το Νομό Λασιθίου. Αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με την κ. Βορεάδου (Δρ. Οικολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης) τα υγρά απόβλητα λόγω του υψηλού οργανικού φορτίου και της φυτοτοξικότητας που τα χαρακτηρίζει έχουν μειώσει τη βιοποικιλότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων κατά 50%-60% περίπου. Επομένως γίνεται εύκολα αντιληπτό η αναγκαιότητα μιας ενιαίας πολιτικής σε επίπεδο Νομού ή και σε εθνικό επίπεδο προκειμένου να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα (www.ecocrete.gr).

Τέλος τροχοπέδη για μια οριστική λύση όσον αφορά το πρόβλημα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων στο Νομό Λασιθίου αποτελεί το γεγονός ότι τα ελαιουργεία στο σύνολό τους, λειτουργούν στο διάστημα μεταξύ Νοεμβρίου με μέσα Φεβρουαρίου, δηλαδή για περίπου 90 ημέρες. Αυτό σημαίνει πως η λύση διαχείρισης του κατσίγαρου θα πρέπει να έχει μεγάλη δυναμικότητα και να λειτουργεί για μικρό χρονικό διάστημα.

1.3 Αντικείμενο και σκοπός της εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας ερευνητικής εργασίας, είναι καταρχήν η καταγραφή και χωροθέτηση όλων των ελαιουργικών επιχειρήσεων που λειτουργούν στο Νομό Λασιθίου σε βάση δεδομένων GIS. Στα πλαίσια της έρευνας αυτής, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του τρόπου διαχείρισης των αποβλήτων από πλευράς ελαιουργείων καθώς και τι ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό χρησιμοποιούν, πόσα χρόνια λειτουργούν, τι εργατικό δυναμικό απασχολούν και πόσες ημέρες το έτος λειτουργούν.

Επιπρόσθετα επιχειρείται η κατάταξη των ελαιουργείων που βρίσκονται στην επαρχία Μεραμπέλλου κατά επικινδυνότητα βάσει κριτηρίων αξιολόγησης, που σχετίζονται με τις επιπτώσεις στο γήινο (περιλαμβάνονται το έδαφος και βαθύτεροι γεωλογικοί σχηματισμοί), το αέριο και το υδατικό περιβάλλον, τις επιδράσεις στις χρήσεις γης, τον επηρεασμό των πολεοδομικών περιοχών, τον επηρεασμό της κυκλοφορίας, τον επηρεασμό της ανθρώπινης υγείας, τη διατάραξη της

αισθητικής του τοπίου και τις επιπτώσεις στην πολιτιστική κληρονομιά.

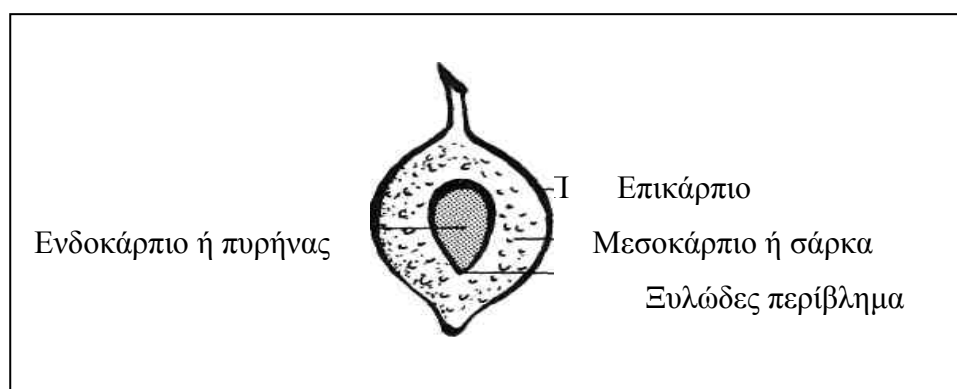
Η εργασία αυτή επιτρέπει να προσεγγιστεί το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων των ελαιουργείων στο Νομό Λασιθίου και να συμβάλει στο να δοθεί μια κατεύθυνση στη λύση του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ – ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ – ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

2.1 Χαρακτηριστικά ελαιόκαρπου

Ο καρπός της ελιάς είναι *δρύπη* με σχήμα αυγοειδές και συχνά καταλήγει σε μυτερό άκρο. Η διαφορά του από τις άλλες δρύπες (πυρηνόκαρπα) περιορίζεται στη χημική τους σύσταση. Όπως όλες οι δρύπες έτσι και ο ελαιόκαρπος χωρίζεται σε δύο κύρια μέρη: στο *περικάρπιο* και στο *ενδοκάρπιο* (πυρήνας), που περιέχεται σ' αυτό (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1 Μέρη ελαιοκάρπου σε εγκάρσια τομή.

Το περικάρπιο αποτελείται από:

- α. Το επικάρπιο ή επιδερμίδα ή μεμβράνη, που καλύπτει το 1,5-3,5 % του βάρους του καρπού,
- β. το μεσοκάρπιο ή σάρκα, που περιέχει ιστούς πλούσιους σε λάδι και σε νερό και καλύπτει το 70-90 % του καρπού και
- γ. το ενδοκάρπιο ή πυρήνας που αποτελείται από το σκληρό ξυλώδες τμήμα στο οποίο περιέχεται συνήθως ένα και πολύ σπάνια δύο ενδοσπέρμια (σπόροι).

Με διάφορες διακυμάνσεις η κατανομή λαδιού, στη δρύπη είναι: περικάρπιο (μεσοκάρπιο και επικάρπιο) 96-98 % και ενδοκάρπιο 2-4 % (Frezotti and Manni, 1956., Fedeli, 1977).

Τα κύρια συστατικά της σάρκας της ελιάς είναι: το νερό, το λάδι, τα ζάχαρα, οι πρωτεΐνες, οι πηκτίνες, τα οργανικά οξέα, οι ταννίνες, η ελευρωπαΐνη, τα ανόργανα συστατικά κ.α.

Τα κύρια ζάχαρα που περιέχει ο ελαιόκαρπος είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η ζαχαρόζη. Από τα οργανικά οξέα συναντάμε το κιτρικό, το μηλικό και το οξαλικό. Και τα τρία μαζί αντιπροσωπεύουν περίπου το 0,1 % του νωπού βάρους.

Σύμφωνα με τον Fedeli (1977) η μέση χημική σύνθεση του ελαιοκάρπου είναι: νερό 50%, λάδι 22%, ζάχαρα 19,1%, πρωτεΐνες 1,6%, κυτταρίνη 5,8% και τέφρα 1,5%.

Η σύνθεση του ελαιοκάρπου στα παραπάνω συστατικά διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, την περιοχή καλλιέργειας της ελιάς, τη χρονιά και το στάδιο ανάπτυξης του καρπού.

2.2 Συστατικά ελαιοκάρπου

Τα συστατικά του ελαιοκάρπου, κατά την πορεία της ωρίμανσης, μεταβάλλονται αισθητά. Το χρώμα του από πράσινο, που είναι αρχικά, μεταβάλλεται σε πορφυρό ή μαύρο, εξαιτίας της αλλαγής των χρωστικών. Ο πράσινος καρπός περιέχει χλωροφύλλες, ο φυσικά ώριμος περιέχει τουλάχιστον έξι ανθοκυάνες ενώ ο μαύρος περιέχει μελανίνες οι οποίες σχηματίζονται από την οξείδωση των φαινολικών ουσιών. Αναλυτικότερα τα κυριότερα συστατικά του καρπού της ελιάς είναι:

2.2.1 Νερό

Το νερό είναι ένα από τα κύρια συστατικά του ελαιοκάρπου και αντιπροσωπεύει το 70 % περίπου του νωπού βάρους. Η ποσότητα του νερού, στο νωπό ελαιόκαρπο, έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί επηρεάζει σημαντικά το σχήμα που τελικά παίρνει αυτός. Έτσι το σχήμα του καρπού είναι κανονικό, όταν τα κύτταρα βρίσκονται σε πλήρη σπαργή και συρρικνώνεται όταν το ποσοστό του νερού είναι λιγότερο από το κανονικό.

Μέσα στο νερό του κυτταρικού χυμού βρίσκονται διαλυμένα τα ζάχαρα, τα οργανικά οξέα, οι ταννίνες, η ελευρωπαΐνη και άλλα συστατικά. Η ποσότητα του νερού που περιέχεται στον ελαιόκαρπο, εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του, την ποικιλία και τις συνθήκες οι οποίες επικρατούν κατά την ωρίμανση.

Πριν αρκετά χρόνια ο Guess και συνεργάτες του μελέτησαν τη σχέση νερού-λαδιού στον ελαιόκαρπο και διαπίστωσαν ότι όσο αυξάνει η ελαιοπεριεκτικότητα τόσο ελαττώνεται η περιεκτικότητα σε νερό.

2.2.2 Ελευρωπαΐνη

Η ελευρωπαΐνη είναι ένα άλλο συστατικό του καρπού στο οποίο οφείλεται η πικρή του γεύση. Η ουσία αυτή είναι μια πολυφαινόλη και συναντάται σε σημαντικό ποσοστό στον άγουρο ελαιόκαρπο. Στον ώριμο, η περιεκτικότητα είναι μικρότερη και στον υπερώριμο φθάνει σε χαμηλά επίπεδα και πολλές φορές δεν συναντάται καθόλου. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι ώριμες ελιές πικρίζουν λιγότερο από τις άγουρες. Η ελευρωπαΐνη δεν είναι διαλυτή στο ελαιόλαδο και έτσι δεν αποτελεί πρόβλημα για τον ελαιοποιήσιμο καρπό, αφού απομακρύνεται με τα φυτικά υγρά.

2.2.3 Σάκχαρα

Ο ελαιόκαρπος περιέχει απλά σάκχαρα, όπως η *γλυκόζη*, η *φρουκτόζη*, η *μανόζη*, η *γαλακτόζη* και η *ζαχαρόζη*. Η τελευταία συναντάται σε πολύ μικρές ποσότητες και, σχεδόν εξαφανίζεται με την υπερωρίμανση του καρπού. Στο σπέρμα του ενδοκαρπίου, διαπιστώθηκε η παρουσία της γλυκόζης και σε μικρότερες ποσότητες της φρουκτόζης.

2.2.4 Πρωτεΐνες

Ο ελαιόκαρπος περιέχει πρωτεΐνες, σε μια συγκέντρωση 1,5-3%. Η περιεκτικότητα αυτή εξαρτάται από τα στάδια ωριμότητας και την ποικιλία. Στον ελαιοπυρήνα η ποσότητα, σε πρωτεΐνες, είναι κάπως μεγαλύτερη και κυμαίνεται από 2-5% και πολλές φορές πέρα από τα όρια αυτά. Στις πρωτεΐνες, του ελαιοκάρπου, περιέχονται σχεδόν όλα τα αμινοξέα που συναντώνται στους άλλους φυτικούς ιστούς. Τα αμινοξέα *αργινίνη*, *ασπαραγινικό οξύ* και *γλουταμινικό οξύ* αντιπροσωπεύουν το 40% περίπου των ελεύθερων αμινοξέων, που βρίσκονται στον καρπό των ποικιλιών κορωνέϊκη, θρουμπολιά και μεγαρίτικη.

2.2.5 Ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο καλύπτει το 17-35% του βάρους της νωπής σάρκας και επηρεάζει, με την παρουσία του, τη συνεκτικότητα της. Τα συστατικά του ελαιολάδου χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στα *ασαπωνοποιήτα*, όπως είναι οι υδρογονάνθρακες και οι λιπαρές αλκοόλες και στα *σαπωνοποιήσιμα*, όπως είναι τα τριγλυκερίδια, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και τα φωσφατίδια. Στο παρθένο ελαιόλαδο τα ασαπωνοποιήτα συστατικά κυμαίνονται από 0,5-1,5% ενώ στο πυρηνέλαιο, που ως γνωστό παραλαμβάνεται με διαλύτη, φθάνει το 2,5%.

2.2.6 Άλλα συστατικά

Στη σάρκα του καρπού της ελιάς συναντώνται εκτός από τα *τριγλυκερίδια*, *στερογλυκοζύτες*, *κερεμποζίτες* και *σουλφολίπη*. Συναντώνται επίσης και ανόργανα στοιχεία (βιο-στοιχεία) όπως είναι ο σίδηρος, το ασβέστιο, το κάλιο κ.α.

Στον καρπό της ελιάς συναντώνται και ορισμένα οξέα, όπως είναι το *οξικό*, το *οξαλικό*, το *μηλικό*, το *φουμαρικό*, το *γαλακτικό*, το *τρυγικό*, το *μηλικό* και το *κιτρικό*. Η περιεκτικότητα του οξαλικού κυμαίνεται από 0,1-0,17%, του κιτρικού από 0,1-0,15% και του μηλικού από 0,01-0,07% επί του νωπού καρπού. Τα άλατα αυτά συναντώνται είτε σε μορφή αλάτων, είτε σαν ελεύθερα.

Γενικά τα οξέα του καρπού της ελιάς συμπαράσφρονται με τα φυτικά υγρά και μετατρέπονται σε απόνερα, μαζί με τα άλλα υδατοδιαλυτά συστατικά του (Πίνακας 2.1) (Κυριτσάκης Α., 1989).

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ %
Νερό	87,5
Ζάχαρα	2,8
Αζωτούχες ενώσεις	2,4
Οργανικά οξέα	1,5
Πολύ-ύδροξυ συστατικά	1,5
Πηκτίνες	1,5
Λάδι	1,0
Άλατα	1,8

Πίνακας 2.1: Περιεκτικότητα απόνερων σε διάφορα συστατικά

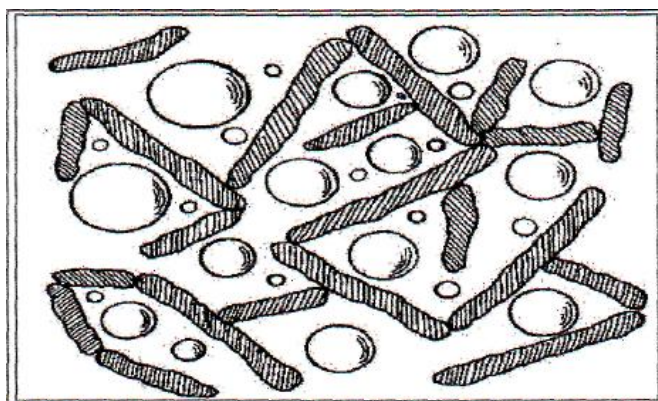
2.3 Σχηματισμός ελαιολάδου

Ο τρόπος σχηματισμού του ελαιολάδου αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας από τον περασμένο αιώνα. Πολλοί επιστήμονες είχαν διατυπώσει τις θεωρίες τους για τους τρόπους σχηματισμού του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω θεωρίες:

- Ο Ιταλός Pasquale υποστήριξε ότι το ελαιόλαδο σχηματιζόταν από τη χλωροφύλλη.
- Ο Blondeau υποστήριξε ότι το ελαιόλαδο σχηματιζόταν από την τανίνη και την κυτταρίνη.
- Ο Ravenna το 1926 υποστήριξε ότι το λάδι προέρχεται από τους υδατάνθρακες και σχηματίζεται σε τρία διαδοχικά στάδια. Περιληπτικά αναφέρεται ότι στο πρώτο στάδιο σχηματίζεται γλυκερίνη, στο δεύτερο στάδιο σχηματίζονται τα λιπαρά οξέα και στο τρίτο στάδιο γίνεται εστεροποίηση της γλυκερίνης με τα λιπαρά οξέα και κατόπιν σχηματίζονται τριγλυκερίδια που οδηγούν στην δημιουργία του λαδιού.
- Ο Campisi το 1954 υποστήριξε ότι το ελαιόλαδο παράγεται από την τανίνη και την

ελευρωπαΐνη και όχι την γλυκόζη.

Για πολλά χρόνια, υπήρχαν αλληλοσυγκρουόμενες απόψεις σχετικά με το που και πως παράγεται το ελαιόλαδο. Σήμερα είναι πλέον γνωστό ότι το λάδι σχηματίζεται στον ελαιόκαρπο όπου και μεταναστεύουν στον κατάλληλο χρόνο, οι ουσίες από τις οποίες και δημιουργείται. Στην αρχή της δημιουργίας του το λάδι συναντάται διάσπαρτο μέσα στα κύτταρα του καρπού. Ακολουθεί συνένωση σε σταγονίδια, οι διαστάσεις των οποίων αυξάνονται συνεχώς. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η εμφάνιση των ελαιοσταγονιδίων μέσα στα φυτικά κύτταρα.



Εικόνα 2.2.: Εμφάνιση ελαιοσταγονιδίων στα φυτικά κύτταρα

Τα σταγονίδια καταλαμβάνουν συχνά ολόκληρο το εσωτερικό των κυττάρων. Η διάμετρος των ελαιοσταγονιδίων φθάνει κατά μέσο όρο τα 39 μικρά αλλά μπορεί να φτάσει και τα 63 μικρά. Όταν τα ελαιοσταγονίδια είναι μεγάλα καταλαμβάνουν σχεδόν ολόκληρο το χώρο του πρωτοπλάσματος του κυττάρου και είναι δυνατόν να το παραμορφώσουν με την ασκούμενη πίεση. Για την παραλαβή του ελαιολάδου από τον καρπό είναι απαραίτητη η μετατροπή του σε ελαιοπολτό, ο τεμαχισμός του δηλαδή, σε μικρά τεμαχίδια ώστε να είναι δυνατή η απελευθέρωση των σταγονιδίων του λαδιού (Τζουτσομήτρος Κ. Α., 2002),.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟ

3.1 Γενικές πληροφορίες

Οποιαδήποτε και αν είναι η μέθοδος εξαγωγής του ελαιολάδου, από τον ελαιόκαρπο, τα βασικά στάδια επεξεργασίας του είναι σχεδόν τα ίδια. Δηλαδή το σπάσιμο του ελαιοκάρπου και η μάλαξη της ελαιοζύμης. Τα άλλα στάδια διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τύπο του ελαιουργείου.

Μέσα στην ελαιοζύμη υπάρχουν:

1. *τεμαχίδια* από το ξυλώδες ενδοκάρπιο
2. *ελαιώδης χυμός* που προέρχεται από τη συνένωση των μικρών σταγονιδίων του ελαιολάδου, τα οποία βρίσκονται διάσπαρτα στο μεσοκάρπιο
3. *φυτικά υγρά* και
4. *ορισμένα άλλα συστατικά* του ελαιοκάρπου.

Επίσης μέσα στην ελαιοζύμη συναντώνται *μικρές φυσαλίδες αέρα* που προέρχονται είτε από τον καρπό είτε ενσωματώθηκαν κατά τη διαδικασία κυρίως της μάλαξης.

Η μάλαξη της ελαιοζύμης με την οποία επιταχύνεται η συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων του μεσοκαρπίου, σε μεγαλύτερες σταγόνες, αποτελεί βασική διεργασία σ'όλα τα χρησιμοποιούμενα σήμερα, στην πράξη συστήματα εξαγωγής ελαιολάδου.

Η μάλαξη της ελαιοζύμης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εξαγωγή του ελαιολάδου. Ο τρόπος που γίνεται και ο τύπος των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται, επιδρούν σημαντικά στην απόδοση και στην ποιότητα του ελαιολάδου που παραλαμβάνεται.

Κατά την άλεση του ελαιοκάρπου καθώς και την μάλαξη της ελαιοζύμης είναι δυνατό οι σταγόνες του ελαιολάδου να περιβληθούν με μεμβράνες λιποπρωτεϊνικής σύστασης, εξαιτίας της επαφής των διαλυτών πρωτεϊνών με το νερό. Το πάχος των μεμβρανών αυτών είναι τέτοιο που δυσκολεύεται η απελευθέρωση του ελαιολάδου και δημιουργείται το γνωστό γαλάκτωμα με συνέπεια να υπάρχουν απώλειες ελαιολάδου (Κυριτσάκης Α.,1989).

Οι παράγοντες εκείνοι που καθορίζουν την ποσότητα του ελαιολάδου που θα εξαχθεί κατά τη διάρκεια της μάλαξης είναι οι ακόλουθοι:

- ταχύτητα

- χρόνος
- θερμοκρασία

Αν η ταχύτητα της μάλαξης είναι μικρή τότε διευκολύνεται η συνένωση των ελαιοσταγονιδίων σε μεγαλύτερες σταγόνες και περιορίζεται η δημιουργία γαλακτωμάτων.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η θερμοκρασία της ελαιοζύμης γιατί από αυτή εξαρτάται τόσο η ποσότητα όσο και η ποιότητα του ελαιολάδου που παραλαμβάνεται. Επειδή το ιξώδες του λαδιού επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία, είναι λογικό με υψηλές θερμοκρασίες, να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη απόδοση. Όμως οι υψηλές θερμοκρασίες στις διάφορες φάσεις επεξεργασίας (άλεση, μάλαξη, κλπ) θα πρέπει να αποφεύγονται, γιατί προκαλούν βιοχημικές αλλαγές στην ελαιοζύμη και καταστροφή των αρωματικών συστατικών του ελαιολάδου (Τζουτζομήτρος Κ. Α., 2002).

3.2 Στάδια επεξεργασίας ελαιοκάρπου στο ελαιουργείο

3.2.1. Παραλαβή ελαιοκάρπου

Ο ελαιοκάρπος μεταφέρεται στο ελαιουργείο, ζυγίζεται και παίρνει σειρά για επεξεργασία. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η χοάνη συγκέντρωσης ελαιοκάρπου.



Εικόνα 3.1: Χοάνη παραλαβής ελαιοκάρπου

3.2.2 Τροφοδοσία – αποφύλλωση

Στην πρώτη φάση της επεξεργασίας ο ελαιοκάρπος τοποθετείται στη λεκάνη τροφοδοσίας του ελαιουργείου απ' όπου οδηγείται στο αποφυλλωτήριο με τη βοήθεια μεταφορικής ταινίας (Εικόνα

3.2) ή αναβατόριου με ατέρμονα κοχλία. Από τα δύο συστήματα μεταφοράς του ελαιοκάρπου μειονεκτεί ο ατέρμονας κοχλίας, γιατί συνθλίβει τον καρπό και δημιουργεί προϋποθέσεις απώλειας λαδιού στο πλυντήριο.



Εικόνα 3.2: Ταινία παραλαβής ελαιοκάρπου

Η απομάκρυνση των φύλλων της ελιάς είναι επιβεβλημένη γιατί όπως διαπιστώθηκε η σύνθλιψη των φύλλων με τον ελαιοκάρπο προσδίδει στο ελαιόλαδο πικρή γεύση και αρκετή χλωροφύλλη (πράσινο χρώμα) η οποία δεν βοηθά στη διατήρηση της ποιότητας του. Η αποφύλλωση γίνεται με αυτόματα αποφυλλωτήρια τα οποία απομακρύνουν τα φύλλα με την διοχέτευση ρεύματος αέρα (Κυριτσάκης Α.,1989)..

3.2.3. Πλύσιμο

Ακολουθεί την αποφύλλωση και αποσκοπεί στην απομάκρυνση των σχετικά λίγων ξένων υλών (χώμα, σκόνη) που περιέχονται στον ελαιοκάρπο. Γίνεται με αυτόματα πλυντήρια στα οποία ο ελαιοκάρπος διέρχεται μέσα από ρεύμα νερού (Εικόνα 3.3) (www.sedik.gr).

3.2.4 Σπάσιμο – άλεση ελαιοκάρπου

Μετά το πλύσιμο ο ελαιοκάρπος προχωρεί για άλεση δηλαδή τεμαχισμό του σε μικρά - μικρά τεμαχίδια που σχηματίζουν την γνωστή ελαιοζύμη του καρπού. Η εργασία αυτή πριν από αρκετά χρόνια γινόταν με ελαιόμυλους με 3 ή 4 πέτρες διαφόρου διαμέτρου (Εικόνα 3.4). Τώρα όμως και 30 χρόνια, το σπάσιμο (άλεση) γίνεται με μεταλλικούς σπαστήρες που περιστρέφουν τον καρπό με

μεγάλη ταχύτητα μέσα σ' ένα διάτρητο τύμπανο. Κατά την άλεση προσοχή απαιτείται ώστε η θερ-



Εικόνα 3.3: Πλυντήριο ελαιουργικού συγκροτήματος

μοκρασία της πάστας να μην ανέβει πάρα πολύ και ο θρυμματισμός του καρπού να μην είναι υπερβολικός γιατί τότε μπορεί να γίνει αιτία για πικρή γεύση στο ελαιόλαδο (Κυριτσάκης Α., 1989).



Εικόνα 3.4: Κυλινδρικού σχήματος ελαιόμυλος.

3.2.5 Μάλαξη

Μετά την άλεση ακολουθεί η μάλαξη της πάστας που γίνεται σε ειδικούς μαλακτήρες στρογγυλούς ή επιμήκεις (Εικόνα 3.5). Η μάλαξη της ελαιοζύμης αποτελεί βασικότατο στάδιο γιατί συντελεί στη συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων σε μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Η συνένωση αυτή είναι απαραίτητη προϋπόθεση για το διαχωρισμό του λαδιού από φυτικά υγρά. Κατά κανόνα τα τοιχώματα των μαλακτήρων είναι διπλά και μεταξύ αυτών κυκλοφορεί ζεστό νερό για τη θέρμανση

της ελαιοζύμης.



Εικόνα 3.5:Μαλακτήρες κάθετης διάταξης

Σημασία έχει τα τοιχώματα τους να είναι ανοξείδωτα και η θερμοκρασία της πάστας κατά την φάση αυτή να μην υπερβαίνει τους 30°C . Η μάλαξη διαρκεί περίπου 30' -45'. Η θέρμανση της ελαιοζύμης είναι απαραίτητη κατά τη μάλαξη και διευκολύνει την έξοδο του ελαιολάδου από τα φυτικά κύτταρα γιατί, όπως προαναφέρθηκε, η υψηλή θερμοκρασία μειώνει το ιξώδες και τα ελαιοσταγονίδια ενώνονται γρηγορότερα. Όμως αν ξεπεραστεί η οριακή θερμοκρασία, με σκοπό να εξαχθεί μεγαλύτερη ποσότητα ελαιολάδου θα έχουμε δυσμενή επίδραση στην ποιότητα του λαδιού.

Για την αποφυγή των δυσμενών επιπτώσεων στην ποιότητα του ελαιολάδου, εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών, είναι απαραίτητο να είναι εφοδιασμένος ο μαλακτήρας με θερμοστάτη αυτόματης λειτουργίας για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας της ελαιοζύμης στα επιτρεπτά επίπεδα (Εικόνα 3.5) (www.sedik.gr).

3.2.6 Παραλαβή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη

Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

- Υδραυλική πίεση
- Φυγοκέντριση
- Εκλεκτική διήθηση, (συνάφεια)



Εικόνα 3.6:Θερμοστάτης αυτόματης λειτουργίας

Πίεση: Υπήρξε ο τρόπος που χρησιμοποιήθηκε από τα πανάρχαια χρόνια μέχρι πρόσφατα. Η τεχνολογία των πιεστηρίων πέρασε πολλά στάδια. Από τα ξύλινα χειροκίνητα πιεστήρια της Ρωμαϊκής περιόδου πέρασε στα μεταλλικά, υδραυλικά αυτόματα πιεστήρια που ήταν ο βασικός τρόπος παραλαβής του λαδιού μέχρι πριν 10 χρόνια. Σαν μέθοδος η πίεση έχει υψηλό κόστος εργασίας και μειονεκτεί γιατί λόγω των ελαιοσφυρίδων που χρησιμοποιεί δεν μπορεί να αποτρέψει την παραμονή και ζύμωση υπολειμμάτων πάστας που προκαλούν αύξηση της οξύτητας. Σήμερα η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε ελάχιστα (1-2%) ελαιοτριβεία των νομών της Κρήτης.

Φυγοκέντριση: είναι η μέθοδος που έχει επικρατήσει τα τελευταία χρόνια και γίνεται με ειδικούς οριζόντιους διαχωριστήρες (DECANTERS) οι οποίοι εξασφαλίζουν συνθήκες αυτοματισμού και υψηλής καθαριότητας (Εικόνα 3.7). Τα DECANTERS διακρίνονται σε DECANTERS 3 Φάσεων που μετατρέπουν την πάστα σε τρεις φάσεις, λάδι, κατσίγαρο (υγρά απόβλητα) και πυρήνα (στερεά απόβλητα). Μειονέκτημα των DECANTERS αυτών είναι η παραγωγή μεγάλου όγκου αποβλήτων (1:1 σε σχέση με τον καρπό).

Τελευταία άρχισαν να χρησιμοποιούνται DECANTERS 2 φάσεων (ιδιαίτερα στο Ν. Ηρακλείου) που μετατρέπουν την πάστα σε δυο φάσεις, λάδι και στερεά απόβλητα (πυρήνα) που βέβαια έχει το μειονέκτημα ότι είναι πολύ υγρή και δύσκολα επεξεργάζεται στα πυρηνελαιουργεία για εξαγωγή πυρηνελαίου. Ωστόσο πλεονεκτούν γιατί παράγουν περιορισμένη ποσότητα υγρών αποβλήτων (0,2:1) σε σχέση με τον καρπό.

Συνάφεια: Εκτός από την πίεση και την φυγοκέντριση, για την παραλαβή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη, υπάρχει 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 ελαιολάδο. Εξαιτίας της μεγάλης συνάφειας ελαιολάδου – μετάλλου, κατά

την επαφή της ελαιοζύμης με τα ελάσματα, συγκρατείται μεγάλη ποσότητα ελαιολάδου, το οποίο καταλήγει σε ειδική λεκάνη. Το μέρος του λαδιού που δεν συγκρατήθηκε παραλαμβάνεται από την ελαιοζύμη με τη βοήθεια φυγοκεντριτή (www.sedik.gr).



Εικόνα 3.7:Οριζόντιος φυγοκεντριτής

3.2.7 Τελικός διαχωρισμός – Καθαρισμός ελαιολάδου

Ο καθαρισμός και η διαύγαση του ελαιολάδου που παραλαμβάνεται από τα DECANTERS γίνεται με ειδικούς κατακόρυφους μηχανικούς διαχωριστήρες που απομακρύνουν από το λάδι τις ξένες ύλες και τα υπολείμματα απόνερων σε ένα αρκετά υψηλό βαθμό (Εικόνα 3.8).

Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον τελικό διαχωρισμό – καθαρισμό του ελαιολάδου είναι:

1. Ειδικό βάρος : Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά του ειδικού βάρους των συστατικών της υγρής φάσης τόσο ευκολότερος είναι ο διαχωρισμός τους.
2. Σχήμα και διαστάσεις των σταγονιδίων: Όσο πιο μεγάλα είναι τα σταγονίδια του μείγματος τόσο πιο γρήγορα γίνεται ο διαχωρισμός.
3. Ιξώδες: Όσο περισσότερη ρευστή είναι η υγρή φάση τόσο γρηγορότερα διαχωρίζεται.
4. Θερμοκρασία: Υψηλή θερμοκρασία διευκολύνει το διαχωρισμό.

(Τζουτζομήτρος Κ. Α., (2002),



Εικόνα 3.8: Τυπικός ελαιοδιαχωριστήρας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΥΠΟΙ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ – ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ

4.1 Τύποι ελαιουργείων

4.1.1 Κλασικό ελαιουργικό συγκρότημα

Τα κλασικά συστήματα παραγωγής ελαιολάδου, είναι τα συστήματα τα οποία εφαρμόζουν πίεση για να διαχωρίσουν την υγρή φάση (λάδι και φυτικά υγρά) από τη στερεή φάση (ελαιοπυρήνα). Τα κυριότερα τμήματα του εξοπλισμού, αυτής της μορφής ελαιουργείων ήταν το πιεστήριο και η λίθινη διάταξη θρυμματισμού του καρπού.

Το πιεστήριο πέρασε από διαδοχικές φάσεις εξέλιξης. Η πρωταρχική του μορφή στα αρχαία χρόνια, ήταν ένας μεγάλος λίθος όπου με το βάρος του ασκούσε πίεση στην ελαιοζύμη. Κατόπιν έγινε το πέρασμα στο κοχλιωτό πιεστήριο, το οποίο αρχικά ήταν κατασκευασμένο από ξύλο. Αργότερα έγινε η εισαγωγή του σιδήρου και σταδιακά το ξύλινο πιεστήριο αντικαταστάθηκε πλήρως από μεταλλικό. Τέλος, όσον αφορά τον τρόπο πίεσης, φθάνοντας στην σημερινή του μορφή έγινε το πέρασμα από την μηχανική στην υδραυλική πίεση.

Ένα κλασικό πιεστήριο πλήρως εξοπλισμένο, στη σημερινή του μορφή, αποτελείται από τα εξής μηχανήματα:

- ΧΟΑΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΣ ΙΜΑΝΤΑΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΛΕΣΗΣ ΜΕ ΠΕΤΡΕΣ
- ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΑΛΑΚΤΗΡΑ ΜΕ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΤΗ
- ΔΟΝΟΥΜΕΝΟ ΦΙΛΤΡΟ
- ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΕΛΑΙΟΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑ
- ΛΕΒΗΤΑΣ ΜΕ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟΥ

Η μορφή των σημερινών κλασικών ελαιουργείων παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τα φυγοκεντρικά συστήματα, αφού και τα δυο πλέον έχουν κοινά μηχανήματα. Οι βασικές διαφορές οι οποίες παρουσιάζονται έχουν να κάνουν αφενός με τον τρόπο θρυμματισμού και άλεσης του

ελαιοκάρπου, όπου στο μεν κλασικό σύστημα, αυτός επιτυγχάνεται με την περιστροφική κίνηση των πετρών, στο δε φυγοκεντρικό με την χρήση ηλεκτροκίνητων σφυρόμυλων. Η δεύτερη βασική διαφορά έχει να κάνει με τον τρόπο διαχωρισμού του ελαιολάδου από τα υπόλοιπα συστατικά αυτού. Στο κλασικό σύστημα γίνεται χρήση της πίεσης ενώ στο φυγοκεντρικό γίνεται χρήση της φυγοκέντρισης.

Στην πράξη τα σύγχρονα κλασικά πιεστήρια χρησιμοποιούν υδραυλικές πρέσες, οι οποίες ασκούν πίεση σε ένα σωρό από επιφάνειες όπου είναι τοποθετημένη η ελαιόπαστα. Η πίεση που υποβάλλεται η ελαιόπαστα, βαθμιαία φτάνει τα 300-500 kg/cm² ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των ελαιοκάρπου όπως η ωριμότητα και η ποικιλία της ελιάς. Το λάδι και το νερό ρέουν, είτε από τις πλευρές του σωρού είτε κάθετα από μια κεντρική οπή. Με αυτό τον τρόπο τα στερεά χωρίζονται από το μίγμα λαδιού και φυτικών υγρών αποβλήτων. Το μίγμα αυτό στη συνέχεια διαχωρίζεται με καθίζηση και αργότερα μέσω της φυγοκέντρισης.

Με τη μέθοδο της διπλής πίεσης η ελαιόπαστα πιέζεται κατ' επανάληψη. Η πρώτη πρέσα ασκεί περίπου τη μισή πίεση από ότι η δεύτερη. Κάθε πρέσα μπορεί να συμπιέζει πάνω από 500 kg ελαιόπαστας κάθε φορά. Η όλη διαδικασία της πίεσης διαρκεί πάνω από δύο ώρες. Η συνολική πίεση που εξασκείται στις επιφάνειες της ελαιόπαστας είναι περίπου 100 kg/cm².

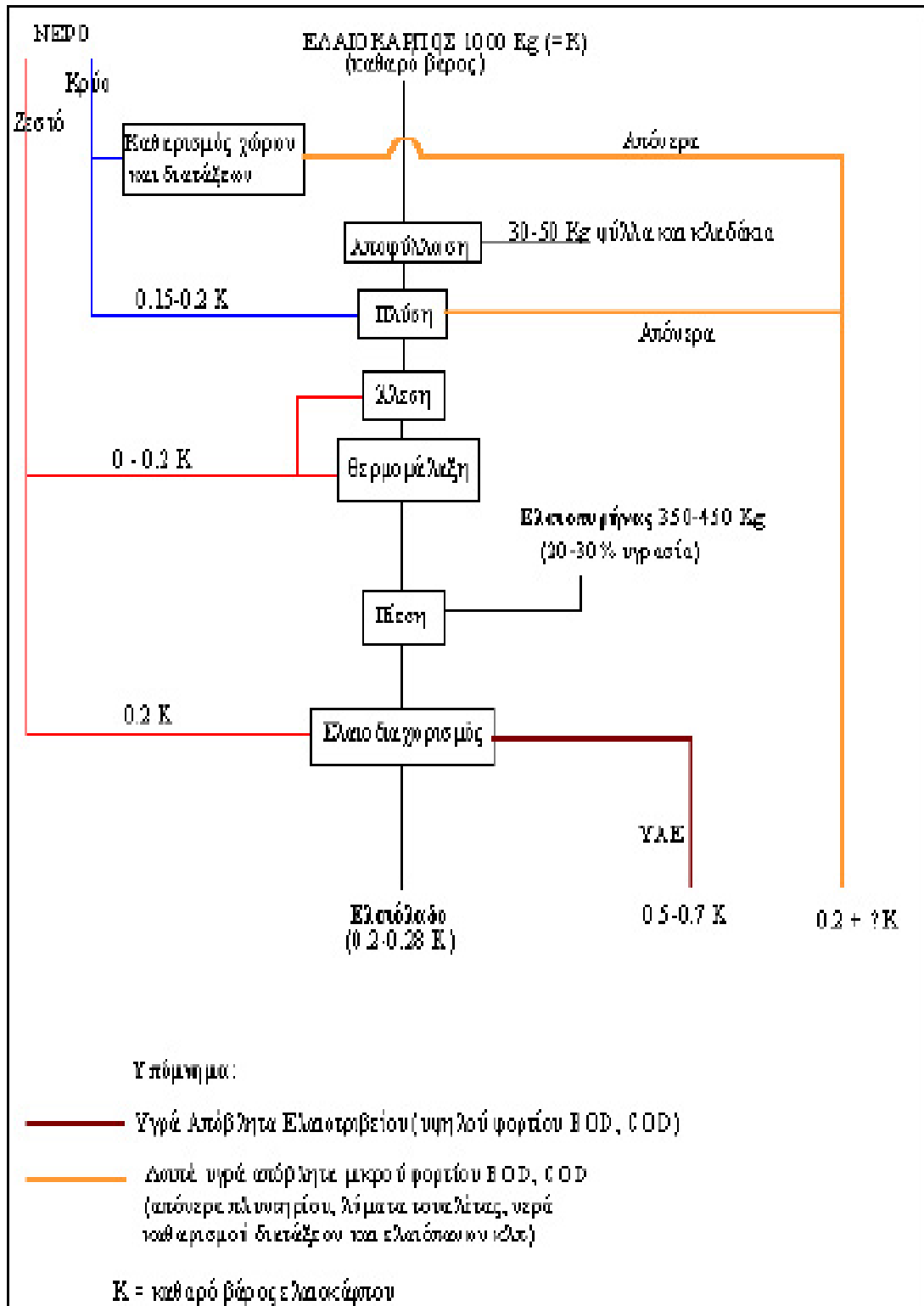
Το σύστημα πίεσης δεν απαιτεί την προσθήκη νερού στην ελαιόπαστα. Εντούτοις, εάν οι ελιές είναι δύσκολες στην επεξεργασία και η ελαιώδης φάση δεν διαχωρίζεται εύκολα από τις άλλες φάσεις, ή όταν υποβάλλονται σε επεξεργασία ώριμες ελιές σε ένα τέτοιο σύστημα, μπορεί να χρειαστεί η προσθήκη μικρής ποσότητας νερού (3-5 lt/100 kg ελαιοκάρπου) κατά τη διάρκεια της έκθλιψης, της μάλαξης και του πλυσίματος του πύργου μετά τη συμπίεση.

Μετά από την πίεση ο σωρός αποσυναρμολογείται, η στερεά φάση που έχει μείνει στις επιφάνειες απομακρύνεται και τα ελαιόπανα ξαναφορτώνονται με καινούρια ελαιόπαστα. Συγκεκριμένα οι ελαιοπυρήνες, απομακρύνονται με τη βοήθεια κοχλία μεταφοράς, προς το σιλό αποθήκευσης ελαιοπυρήνας, το δε λάδι και τα φυτικά υγρά προωθούνται με τη βοήθεια των αντίστοιχων αντλιών λαδιού στους κατακόρυφους φυγοκεντρικούς ελαιοδιαχωριστήρες. Ανάλογα με το βαθμό διαχωρισμού, η εμφάνιση του λαδιού μπορεί να ποικίλει από τέλεια διαυγή έως θαμπή προκειμένου να ικανοποιηθούν οι προτιμήσεις πελατών. Επίσης είναι σημαντικός να ληφθεί υπόψη ότι η παρουσία τεμαχιδίων ελαιοκάρπου θα οδηγήσει σε ένα λιγότερο σταθερό και επιρρεπέστερο σε τάγγιση λάδι.

Γενικά, αυτή η διαδικασία δίνει υψηλής ποιότητας ελαιόλαδο λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας που απαιτείται για την εξαγωγή του. Εντούτοις η προκύπτουσα ποιότητα ελαιολάδου εξαρτάται πολύ από τις συνθήκες υγιεινής κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Εάν η πρέσα δεν κρατιέται όσο το δυνατόν καθαρότερη κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, η ποιότητα του λαδιού θα είναι χαμηλότερη λόγω της επαφής του λαδιού με τα παλιά και ήδη οξειδωμένα μόρια. Η κλασική

διαδικασία θεωρείται δαπανηρή από την άποψη της χειρωνακτικής εργασίας και των απαιτήσεων της σε υλικά.

Όλα τα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου σ' ένα ελαιουργείο κλασικού τύπου αποδίδονται σχηματικά στην εικόνα 4.1



Εικόνα 4.1: Διάγραμμα ροής παραγωγής ελαιολάδου σε κλασικό ελαιουργείο (Καρατζάς Εμ., 2001)

4.1.2 Φυγοκεντρικό ελαιουργικό συγκρότημα τριών φάσεων

Η φυγοκέντριση σαν μέθοδος διαχωρισμού των υγρών, απασχόλησε τους ερευνητές από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Πρώτος ο Boulier το 1903 πέτυχε να διαχωρίσει με φυγοκέντριση σε πειραματική βάση, το ελαιόλαδο από την ελαιοζύμη. Ακολούθησαν αρκετά πειράματα σε πολλά ερευνητικά ιδρύματα και Ινστιτούτα του εξωτερικού πάνω στον τομέα αυτό και μόλις το 1955 κατασκευάστηκε ένα πλήρες σύστημα, σε βιομηχανική βάση, για το διαχωρισμό, με φυγοκέντριση, του ελαιολάδου.

Δύο ήταν οι βασικοί λόγοι που οδήγησαν στην αντικατάσταση των κλασικών ελαιουργείων από τα φυγοκεντρικά. Ο πρώτος είχε να κάνει με την εξεύρεση τρόπων, των οποίων η εφαρμογή θα εξαντλούσε στον μεγαλύτερο βαθμό τον ελαιόκαρπο από το ελαιόλαδο. Ο δεύτερος, είχε να κάνει με την εξεύρεση μεθόδων, των οποίων η εφαρμογή θα μειώσει τους χρόνους επεξεργασίας στο ελάχιστο δυνατό και επιπλέον η όλη διαδικασία παραγωγής να ήταν όσο το δυνατόν συνεχής χωρίς νεκρούς χρόνους.

Η λειτουργία των ελαιουργείων φυγοκεντρικού τύπου βασίζεται στη διαφορά του ειδικού βάρους των συστατικών της ελαιοζύμης (ελαιόλαδο-νερό-φυτρήνας). Το νερό με την ελαιοζύμη περιστρέφονται με πολύ υψηλή ταχύτητα μέσα στον οριζόντιο φυγοκεντριτή. Η παραδοσιακή επεξεργασία των ελιών με φυγοκέντριση απαιτεί την προσθήκη ζεστού νερού, και η ελαιόπαστα διαχωρίζεται σε τρεις φάσεις: ελαιόλαδο, φυτικά υγρά και νερό (ΥΑΕ), και στα στερεά απόβλητα (πέτρες και φυτική μάζα). Μειονεκτήματα των τριφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων αποτελεί το γεγονός ότι παράγουν αυξημένες ποσότητες υγρών αποβλήτων λόγω της αυξημένης ποσότητας νερού που χρησιμοποιείται (1,25 έως 1,75 φορές μεγαλύτερη ποσότητα νερού από ότι με τη μέθοδο της πίεσης), η απώλεια χρήσιμων συστατικών (π.χ. φυσικά αντιοξειδωτικά) στην υγρή φάση, καθώς και η διάθεση των υγρών αποβλήτων.

Είναι κοινή πρακτική η ανακύκλωση των παραγόμενων ΥΑΕ σε προεπεξεργασμένη ή μη-προεπεξεργασμένη μορφή κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εξαγωγής του ελαιολάδου. Τα παραπροϊόντα αυτά που βασίζονται στο χρησιμοποιούμενο νερό, και περιλαμβάνουν τα φυτικά υγρά, το νερό που προστίθεται στα διάφορα στάδια παραγωγής, το νερό του πλυντηρίου, το νερό των δίσκων φιλτραρίσματος και το νερό που χρησιμοποιείται για το καθάρισμα του Η/Μ εξοπλισμού και των κτιρίων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να μειωθεί η χρήση συνεχώς καινούριου νερού. Παρόλα αυτά, εξαιτίας της οξειδωτικής του φύσης, επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου και σπάνια χρησιμοποιείται.

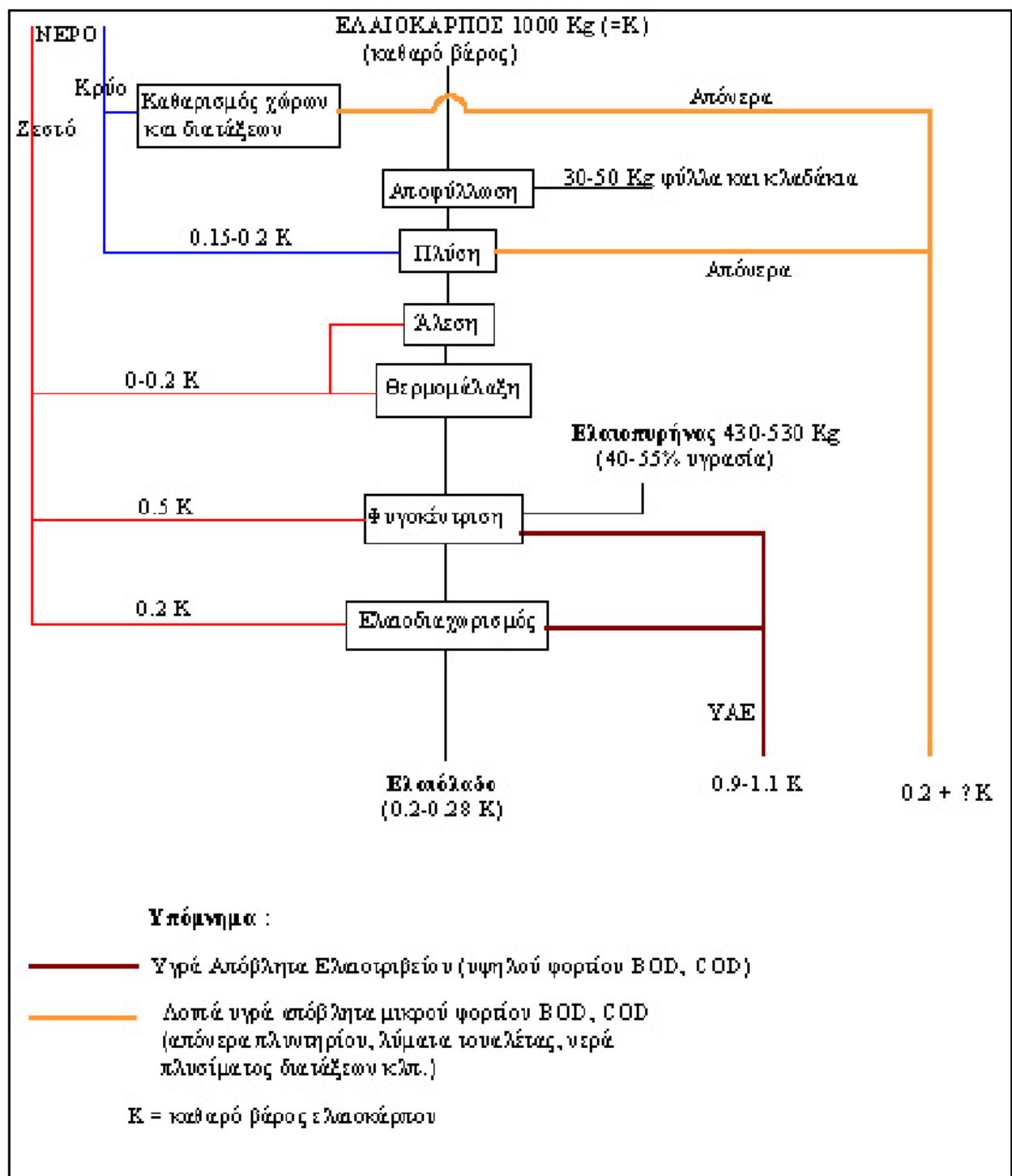
Ένα τυπικό ελαιουργικό συγκρότημα φυγοκεντρικού τύπου περιλαμβάνει τα εξής μηχανήματα (Εικόνα 4.2):



Εικόνα 4.2: Φυγοκεντρικό ελαιουργείο Alfa Laval

- ΧΟΑΝΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ
- ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ
- ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ (προαιρετικό)
- ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- ΑΝΑΒΑΤΟΡΙΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- ΣΠΑΣΤΗΡΑΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- ΠΡΟΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ (προαιρετικός)
- ΚΟΧΛΙΕΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΛΑΙΟΖΥΜΗΣ
- ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ
- ΑΝΤΛΙΑ ΕΛΑΙΟΖΥΜΗΣ
- ΑΝΤΛΙΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ
- ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ
- ΔΟΝΟΥΜΕΝΟ ΦΙΛΤΡΟ
- ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ
- ΛΕΒΗΤΑΣ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ
- ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟΥ
- ΘΕΡΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ
- ΚΟΧΛΙΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΠΥΡΗΝΑΣ
- ΑΝΑΒΑΤΟΡΙΟ ΠΥΡΗΝΑΣ

Όλα τα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου σ' ένα ελαιουργείο φυγοκεντρικού τύπου αποδίδονται σχηματικά στην εικόνα 4.3



Εικόνα 4.3: Διάγραμμα ροής παραγωγής ελαιολάδου σε φυγοκεντρικό ελαιουργείο (Καρατζάς Εμ., 2001)

4.1.3 Φυγοκεντρικό ελαιουργικό συγκρότημα δύο φάσεων

Η μετάβαση από την κλασική μέθοδο της υδραυλικής πίεσης στη μέθοδο της φυγοκέντρισης άνοιξε νέους δρόμους και εκτίναξε την παραγωγή του ελαιολάδου στα ύψη, αυξάνοντας τη βιομηχανική απόδοση και άρα τις παραγόμενες ποσότητες λαδιού. Το σύστημα παραγωγής μετατράπηκε από ασυνεχές σε συνεχές με αποτέλεσμα να μπορούν να επεξεργάζονται μεγαλύτερες ποσότητες

ελαιοκάρπου σε μικρότερο χρόνο. Παράλληλα όμως μέσω του συγκεκριμένου τύπου επεξεργασίας αυξήθηκαν κατά πολύ οι παραγόμενες ποσότητες υγρών αποβλήτων.

Οι προσπάθειες που έγιναν προκειμένου να μειωθεί ο όγκος των υγρών αποβλήτων οδήγησε στη δημιουργία της επόμενης γενιάς φυγοκεντρικών διαχωριστήρων, δύο φάσεων. Το διφασικό φυγοκεντρικό σύστημα που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του ελαιολάδου και την παραγωγή των αντίστοιχων ημιστερεών αποβλήτων σχεδιάστηκε αρχικά και αναπτύχθηκε από τη Westfalia Separator A.G. (EP557758, 1993). Η Ισπανία ήταν η πρώτη χώρα όπου χρησιμοποιήθηκε το διφασικό φυγοκεντρικό σύστημα και από εκεί η νέα τεχνολογία διαδόθηκε και εγκαταστάθηκε σε όλο τον κόσμο.

Εδώ πλέον δεν γίνεται εισαγωγή νερού για την αραίωση της ελαιοζύμης κατά την είσοδο της στο ντεκάντερ. Σε αυτήν την διαδικασία, ο πλυμένος ελαιοκάρπος συνθλίβεται στο μύλο και από εκεί στο μαλακτήρα όπου γίνεται η μάλαξη της ελαιοζύμης. Όταν ο ελαιοκάρπος είναι φρέσκος και έχει μεγάλη περιεκτικότητα υγρών, κατά τη διάρκεια της μάλαξης δεν γίνεται προσθήκη νερού, ενώ όταν οι ελιές είναι ξηρές γίνεται προσθήκη μιας μικρής ποσότητας νερού ανάλογα με την κατάσταση που βρίσκεται ο ελαιοκάρπος. Η ελαιοζύμη μετά τη μάλαξη εισέρχεται στο διφασικό φυγοκεντρικό διαχωριστήρα όπου και διαχωρίζεται σε δύο φάσεις:

- στο λάδι, (μαζί με λίγα φυτικά υγρά) και
- στους ελαιοπυρήνες (λασπώδης μορφή)

Η φάση της ελαιοπυρήνας λόγω της λασπώδους μορφής της μεταφέρεται από το διαχωριστήρα, με τη βοήθεια κοχλία μεταφοράς προς το χώρο συγκέντρωσης της. Εδώ πλέον η μεταφορά της μπορεί να γίνει μόνο με βυτίο. Η φάση αυτή είναι μια ημίρευστη φάση, η οποία περιέχει περίπου 60% νερό και 2,5 με 3,5% λάδι. Στην μορφή που βρίσκεται δεν μπορεί να οδηγηθεί στα πυρηνελαιουργεία για περαιτέρω επεξεργασία. Έτσι λοιπόν δημιουργείται ένα μεγάλο πρόβλημα που έχει να κάνει με τη διάθεση της.

Κατά τα υπόλοιπα ένα φυγοκεντρικό ελαιουργικό συγκρότημα με οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα δύο φάσεων δε διαφέρει σε τίποτα από το αντίστοιχο των τριών φάσεων (Τζουτζομήτρος Κ. Α., 2002).

4.1.4 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα των διφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων

Συγκριτικά με τα τριφασικά φυγοκεντρικά ελαιουργεία τα διφασικά έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Η κατασκευή του διφασικού κυλίνδρου φυγοκέντρισης είναι λιγότερο περίπλοκη και επομένως είναι πιο αξιόπιστη στη λειτουργία του ενώ επιπλέον είναι λιγότερο ακριβός από τον τριφασικό ντεκάντερ.

- Στα διφασικό ντεκάντερ δεν απαιτείται ο δίσκος φυγοκέντρισης για την επόμενη επεξεργασία των φυτικών υγρών .
- Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του τριφασικού κυλίνδρου φυγοκέντρισης το διαχωρισμένο καθαρό ελαιόλαδο και το νερό μπορεί να ξανά αναμιχθούν! Πτητικές ενώσεις από τα φυτικά υγρά μπορούν να προκαλέσουν κολλώδη κατάλοιπα στο ντεκάντερ.
- Η απόδοση του διφασικού ντεκάντερ, σχετικά με την ποσότητα ελαιολάδου, είναι υψηλότερη επειδή δεν προστίθεται νερό για την παραγωγή της ελαιοζύμης.. Επίσης μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας ως αποτέλεσμα της μικρότερης ποσότητας ελαιοζύμης που θα πρέπει να επεξεργαστεί.
- Όσον αφορά την ποιότητα, το ελαιόλαδο που παράγεται στα διφασικά φυγοκεντρικά ελαιουργεία είναι καλύτερης ποιότητας! Συγκεκριμένα, έχει υψηλότερη σταθερότητα από οξείδωση και καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.
- Τέλος οι λειτουργικές δαπάνες είναι χαμηλότερες, έναντι της τριφασικής επεξεργασίας λόγω του ότι και η χρήση του νερού στα διφασικά ελαιουργεία μειώνεται αρκετά.

Τα μειονεκτήματα των διφασικών ελαιουργείων είναι:

- Η διφασική διαδικασία, αν και δεν παράγει καθόλου υγρά απόβλητα, αναμιγνύει τα υγρά απόβλητα που παράγονται με τα στερεά απόβλητα με συνέπεια να παράγεται ένα ενιαίο μέρος αποβλήτων ημιστερεής μορφής (~30% από τη μάζα). Με αυτόν τον τρόπο διπλασιάζεται η ποσότητα των "στερεών" αποβλήτων που παράγονται, και που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα ή να καούν χωρίς κάποια μορφή (πολυέξοδης) προεπεξεργασίας.
- Τα ημίρευστα απόβλητα των διφασικών ελαιουργείων έχουν περιεκτικότητα σε υγρασία μεταξύ 55-70%, ενώ τα στερεά απόβλητα των υπόλοιπων ελαιουργικών τύπων έχουν υγρασία μόνο 20-25% όσον αφορά τα κλασικά ελαιουργεία και 40-45% όσον αφορά τα τριφασικά φυγοκεντρικά ελαιουργεία. Αυτή η μεγαλύτερη υγρασία, μαζί με τις ζάχαρα και τα αιωρούμενα στερεά που στο τριφασικό σύστημα περιέχονται στα υγρά απόβλητα δίνουν στα απόβλητα των διφασικών ελαιουργείων μια λασπώδη μορφή με συνέπεια η μεταφορά, η αποθήκευση και η επεξεργασία τους να είναι πολύ δύσκολες ενώ δεν μπορούν να συσσωρευτούν σε σωρούς και πρέπει να κρατηθούν στις μεγάλες λίμνες.
- Τα απόβλητα των διφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες τιμές όσον αφορά την αναλογία πολτού/πέτρα, καθώς επίσης και από μεγαλύτερο βάρος . Τα απόβλητα στα διφασικά ελαιουργεία μπορεί να παράγονται σε μικρότερες ποσότητες συγκριτικά με τους άλλους τύπους ελαιουργείων αλλά είναι περισσότερο συμπυκνωμένα και

έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες, ξηρά υπολείμματα, φαινόλες και ο-διφαινόλες. Οι τιμές COD και θολότητας είναι επίσης υψηλότερες. Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι, τα απόβλητα των διφασικών ελαιουργείων είναι ένας μάλλον νέος τύπος αποβλήτων, ο οποίος δεν έχει χαρακτηριστεί πλήρως ακόμα.

- Με τα διφασικά φυγοκεντρικά ελαιουργεία μεταφέρθηκε το πρόβλημα της διάθεσης των αποβλήτων από τα ελαιουργεία στα πυρηνελαιουργεία. Τα απόβλητα των διφασικών ελαιουργείων πριν από την εξαγωγή του λαδιού, πρέπει να αποξηρανθούν διαδικασία που έχει μεγάλες απαιτήσεις σε ενέργεια σε σχέση με τα απόβλητα των κλασικών και τριφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων και που καθιστούν τη βιομηχανική επεξεργασία των ημίρευστων αυτών αποβλήτων δύσκολη και ακριβή (Niaounakis M. & Halvadakis C.P., 2004).

4.2 Ποιοτική σύσταση υποπροϊόντων ελαιουργίας

ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ – ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Μετά την εξαγωγή του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο, παραλαμβάνεται σαν κύριο υποπροϊόν η ελαιοπυρήνα (Εικόνα 4.4) και απομακρύνονται τα υγρά απόβλητα. Το μεγαλύτερο μέρος της ελαιοπυρήνας οδηγείται στα πυρηνελαιουργεία για περαιτέρω επεξεργασία και εξαγωγή του πυρηνέλαιου. Η ελαιοπεριεκτικότητα της ελαιοπυρήνας εξαρτάται, από τον τύπο του ελαιουργείου που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή του λαδιού και από τις συνθήκες λειτουργίας του ελαιουργείου.

Επίσης σαν υποπροϊόν της ελαιουργίας μπορεί να θεωρηθεί και η ποσότητα των φύλλων της ελιάς, που απομακρύνονται από το αποφυλλωτήριο. Τα ελαιόφυλλα συνήθως χρησιμοποιούνται για τον εμπλουτισμό του εδάφους του ελαιώνα σε οργανική ουσία καθώς και σαν τροφή στις κτηνοτροφικές μονάδες.



Εικόνα 4.4: Ελαιοπυρήνα αμέσως μετά από την παραλαβή της στο ελαιουργείο.

4.2.1 Σύνθεση ελαιοπυρήνας

Η ελαιοπυρήνα περιέχει εκτός από λάδι: *πρωτεΐνες, κυτταρίνη* και ορισμένα άλλα συστατικά. Τα κύρια συστατικά της ελαιοπυρήνας και η μέση περιεκτικότητά τους, δίνονται στον πίνακα 4.1

Συστατικά	Περιεκτικότητα %
Νερό	25,0
Αζωτούχες ύλες	4,4
Μη αζωτούχες εξαγωγίμες ύλες	20,0
Λιπαρές ύλες	4,0
Κυτταρίνη	40,0
Τέφρα	6,6

Πίνακας 4.1: Σύσταση της ελαιοπυρήνας κλασικού ελαιουργείου.

Το λάδι της ελαιοπυρήνας προέρχεται, κατά το μεγαλύτερο μέρος, από τον πυρήνα του ελαιόκαρπου και ειδικότερα από το ενδοσπέρμιο ενώ ένα μέρος προέρχεται από το σαρκώδες μέρος του. Το λάδι αυτό έχει, σε κάποιο βαθμό, παρόμοια ποσοτική και ποιοτική σύνθεση με το ελαιόλαδο αλλά δεν είναι κατάλληλο για κατανάλωση, πριν υποβληθεί σε χημική επεξεργασία (ραφινάρισμα) (Κυριτσάκης Α., 1989)..

4.2.2 Σύνθεση υγρών αποβλήτων

Ο ελαιόκαρπος περιέχει στη φυσική του κατάσταση περισσότερο από 50% νερό το οποίο μαζί με το

νερό που προστίθεται, στις διάφορες φάσεις επεξεργασίας, συνθέτουν τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων.

Αναλυτικότερα τα υγρά απόβλητα προέρχονται από:

- Το ακάθαρτο νερό και τα λύματα που προκύπτουν από τον καθαρισμό των χώρων, του μηχανικού εξοπλισμού και των χώρων υγιεινής του ελαιουργείου.
- Το ακάθαρτο νερό του πλυντηρίου του ελαιοκάρπου.
- Τα υγρά απόβλητα που παράγονται κατά την φυγοκέντριση της ελαιοζύμης (στα φυγοκεντρικά ελαιουργεία).
- Τα υγρά απόβλητα που παράγονται στο στάδιο του ελαιοδιαχωρισμού του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά και/ ή τις προσμίξεις του.

Οι δυο πρώτες κατηγορίες υγρών αποβλήτων είναι μικρού ρυπαντικού φορτίου όσον αφορά τις τιμές BOD₅ και COD και συνήθως καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα. Οι τελευταίες δύο κατηγορίες υγρών αποβλήτων είναι υψηλού ρυπαντικού φορτίου (BOD₅ και COD). Αυτά τα υγρά απόβλητα περιέχουν άλλωστε και φυτικά υγρά από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου και είναι εκείνα που συνιστούν το πρόβλημα στην επεξεργασία και διάθεση τους και συνήθως ακολουθούν διαφορετικό χειρισμό και διάθεση από τα άλλα υγρά απόβλητα που αναφέρθηκαν.

Η σύνθεση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων δεν είναι σταθερή, και ποιοτικά και ποσοτικά, εξαρτάται από:

- το καλλιεργούμενο έδαφος
- τον χρόνο συγκομιδής
- τον βαθμό ωρίμανσης του ελαιοκάρπου
- την ποικιλία του ελιάς
- τις κλιματικές συνθήκες
- τα χρησιμοποιούμενα φυτοφάρμακα και λιπάσματα
- τη διάρκεια της αποθήκευσης του ελαιοκάρπου πριν τη επεξεργασία
- τον τύπο του ελαιουργείου που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία του ελαιοκάρπου

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα με ανεπαρκείς πληροφορίες όσον αφορά τις πηγές και ως εκ τούτου δεν είναι δυνατό να καθιερωθεί η οποιαδήποτε σχέση μεταξύ της χημικής σύνθεσης των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (ΥΑΕ) και της ποικιλίας των ελαιοδένδρων, των αγρονομικών και τεχνικών συνθηκών, το είδος της χρησιμοποιούμενης επεξεργασίας του ελαιοκάρπου ή τις κλιματικές συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται οι ελιές. Από τον Πίνακα 4.2 μπορούμε να δούμε το εύρος που κινούνται οι τιμές για κάθε παράμετρο.

Παράμετρος	Μέγιστο	Ελάχιστο
PH	6,7	4
Οξειδοαναγωγικό δυναμικό (mV)	-330	-80
Αγωγιμότητα (Ms)	16	8
Πυκνότητα (g/l)	1.100	1.016
Χρώμα (U Pt – Co)	180.000	52.270
Θολότητα (UNT)	62.000	42.000
Αιωρούμενα στερεά (g/l)	9	1
BOD (mg/l)	110.000	35.000
COD (mg/l)	170.000	45.000
Ολικά βακτήρια (@ 10 ⁶ col/ml)	5	-
Ολικοί μύκητες (@ 10 ⁶ col/ml)	5	-

Πίνακας 4.2: Μέγιστες και ελάχιστες τιμές κύριων μολυσματικών παραμέτρων των ΥΑΕ (Gonzales – Lopez κ.α., 1994).

Η χρήση του νερού στα ελαιουργεία ποικίλει πάρα πολύ εξαιτίας των απαιτήσεων του κάθε εξοπλισμού (τα φυγοκεντρικά ελαιουργεία χρειάζονται σημαντικά μεγαλύτερες νερού), των συνθηκών λειτουργίας και πρακτικών που εφαρμόζονται σε κάθε περιοχή. Ένα άλλο εμφανές χαρακτηριστικό των ΥΑΕ είναι η μεγάλη ευκολία που γίνεται η ζύμωση κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, κάτι που προκαλεί ουσιαστικές αλλαγές στη σύνθεση τους, δεν οδηγεί όμως απαραίτητα στην πλήρη βιοδιάσπαση τους.

Τα ΥΑΕ χαρακτηρίζονται από τα ακόλουθα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και συστατικά:

- έντονα σκούρο καφέ μέχρι μαύρο χρώμα,
 - έντονη χαρακτηριστική οσμή,
 - υψηλό βαθμό οργανικού φορτίου (τιμές COD πάνω από 220 g/l),
 - pH μεταξύ 3 και 6,
 - υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα,
 - υψηλή περιεκτικότητα πολυφαινολών (0,5 - 24) g/l,
 - υψηλή περιεκτικότητα στερεών.
- Τα ΥΑΕ περιέχουν ποικίλες ποσότητες από σάκχαρα κάτι που εξαρτάται από την ποικιλία

των ελαιοδένδρων, τις κλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της ελιάς και από την εφαρμοζόμενη μέθοδο επεξεργασίας. Τα επίπεδα των σακχάρων συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 1,6 – 4% (w/v), αλλά μπορεί να είναι και υψηλότερα σε σπάνιες περιπτώσεις. (Fiestas, 1961, 1967; Fernandez κ.α., 1983). Τα σάκχαρα αποτελούν το 60% της ξηρής ουσίας και συνθέτονται από τη φρουκτόζη, μαννόζη, γλυκόζη, σακχαρόζη και από λίγη σουκρόζη και πεντόζη (Niaounakis M. & Halvadakis C.P., 2004).

Ο πυρήνας και το μεσοκάρπιο του ελαιοκάρπου είναι πλούσια σε υδατοδιαλυτές, φαινολικές ενώσεις. Οι φαινόλες βρίσκονται στα ΥΑΕ σε συγκεντρώσεις μεταξύ 0,5 – 24 g/l, κάτι που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο επεξεργασίας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του λαδιού.

Συνοπτικά η σύσταση του οργανικού κλάσματος των ΥΑΕ σε (w/v) είναι:

- Σάκχαρα (ολικά) 2-8%
- Αζωτούχες ενώσεις 1,2-2,4%
- Οργανικά οξέα 0,5-1,5%
- Πολυαλκοόλες 1,0-1,5%
- Πηκτίνες, κολλοειδή υλικά, ταννίνες 1,0-1,5%
- Λιπαρές ουσίες 0,03-1,0%
- Φαινολικές ενώσεις 0,3-0,8%
- Διάφορα γλυκοζείδια και ελαιοκυανίνη ίχνη

Ο Paredes M.J κ.α. (1998) εξέτασε τα ΥΑΕ και τη λάσπη που προέρχεται από αυτά σχετικά με τη χρήση τους για γεωργικούς σκοπούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ΥΑΕ είχαν υψηλές συγκεντρώσεις καλίου καθώς και αξιοσημείωτα επίπεδα αζώτου, φωσφόρου, ασβεστίου, μαγνησίου και σιδήρου.

Συνοπτικά η σύσταση του ανόργανου κλάσματος των ΥΑΕ σε (w/v) φαίνονται στον Πίνακα 4.3:

Κατιόν/Ανιόν	(w/v)
K ₂ O	0,87%
P ₂ O ₅	0,25%
Na ₂ O	0,12%
CaO	0,10%
FeO	0,01%
MgO	0,007%
SiO ₂	0,005%

SO ₃	0,04%
Cl ⁻	0,03%
CO ₂	0,37%

Πίνακας 4.3: Σύσταση του ανόργανου κλάσματος των ΥΑΕ. (Καρατζάς Εμ., 2001)

Οι βασικές ιδιότητες των ΥΑΕ εξαρτώνται από τον τύπο επεξεργασίας του ελαιοκάρπου και από την ποσότητα του νερού που προστίθεται στα διάφορα στάδια επεξεργασίας. Γενικά μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι ποικίλουν μεταξύ των παρακάτω ορίων:

- pH = 4 – 6
- BOD₅ = 35 – 110 g/l
- COD = 40 – 220 g/l
- TOC = 25 – 45 g/l
- Τοξικές ουσίες όπως οι φαινόλες, ταννίνες και χρωστικές.
- Οι φαινόλες βρίσκονται στα ΥΑΕ σε συγκεντρώσεις από 0,5 έως και πάνω από 24 g/l.
- Οι φαινόλες περιλαμβάνουν τουλάχιστον 30 ενώσεις.
- Τα σάκχαρα αποτελούν πάνω από το 60% της ξηρής ουσίας και περιλαμβάνουν, κατά σειρά από τη μεγαλύτερη συγκέντρωση, φρουκτόζη, μαννόζη, γλυκόζη και σακχαρόζη.
- Ένας τόνος επεξεργασμένου ελαιοκάρπου έχει ρυπαντική επιβάρυνση ισοδύναμη με αυτή που παράγουν 50 – 100 κάτοικοι! Ο μέσος όρος της συγκέντρωσης BOD₅ αδιάλυτων ΥΑΕ είναι 120 – 150 kg/m³ ενώ η αραίωση των ΥΑΕ με νερό από δεν επηρεάζει σημαντικά το ρυπαντικό φορτίο.

4.2.3 Απόβλητα διφασικών ελαιουργείων.

Τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων των διφασικών ελαιουργείων είναι πολύ διαφορετικά από την ελαιοπυρήνα που παράγεται από τα κλασικά και τριφασικά φυγοκεντρικά ελαιουργεία. Τα απόβλητα των διφασικών ελαιουργείων έχουν παχύρρευστη λασπώδη μορφή και περιέχουν κομμάτια του πυρήνα και του μεσοκαρπίου του ελαιοκάρπου όπως και φυτικά υγρά. Το ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται μεταξύ 55 – 70%, ενώ η ελαιοπυρήνα που παράγεται από τα κλασικά ελαιουργεία είναι μεταξύ 20 – 25% και των τριφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων μεταξύ 40 – 45% (Alba κ.α., 1990). Περιέχουν επίσης λάδι σε ποσοστό 2 – 4%, τέφρα 2% η οποία περιέχει 30% κάλιο. Το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας, μαζί με την περιεκτικότητα σε σάκχαρα και στερεά που στα απόβλητα των τριφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων περιέχονται στα φυτικά υγρά, δίνουν στα απόβλητα των διφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων μια λασπώδη μορφή που κάνει τη μεταφορά, την αποθήκευση και την επεξεργασία τους πολύ δύσκολη (Niaounakis M. & Halvadakis C.P., 2004).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τα τριφασικά φυγοκεντρικά ελαιουργεία παράγουν αναλογικά το μεγαλύτερο όγκο αποβλήτων και ακολουθούν τα κλασικά και τα διφασικά φυγοκεντρικά (Πίνακας 4.4).

Τύπος ελαιουργείου	m ³ υγρών αποβλήτων/tn ελαιοκάρπου
ΚΛΑΣΙΚΑ	0,67
ΤΡΙΦΑΣΙΚΑ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΑ	1,3
ΔΙΦΑΣΙΚΑ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΑ	0,15

Πίνακας 4.4: Όγκος παραγόμενων αποβλήτων ανά τύπο ελαιουργείου

Πηγή: Τζουτζομήτρος 2002

Όσον αφορά την ποιοτική σύσταση των αποβλήτων το υψηλότερο COD το έχουν αυτά που προέρχονται από τα κλασικά ελαιουργεία, δεύτερα αυτά που προέρχονται από τα τριφασικά φυγοκεντρικά ενώ αυτά που προέρχονται από τα διφασικά έχουν χαμηλό COD. Όσον αφορά τα στερεά τα τριφασικά παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές ακολουθούμενα από τα διφασικά. Το pH παρουσιάζει αντίθετη τάση, με τα απόβλητα των διφασικών ελαιουργείων να παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές, συγκριτικά με αυτά των τριφασικών ελαιουργείων, ενώ τα απόβλητα των κλασικών ελαιουργείων έχουν το χαμηλότερο pH (Andres κ.α., 2001). Τα παρακάτω φαίνονται αναλυτικότερα στους Πίνακες 4.5, 4.6 και 4.7

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΚΛΑΣΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ
ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ		
BOD5	mg/lt	90.000-100.000
COD	mg/lt	120.000-130.000
Αιωρούμενα στερεά	Ποσοστό κ.β.	12%
Περιεκτικότητα σε λάδι	Ποσοστό κ.β.	-
pH	μονάδες	4,5-5,0
ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ		
Περιεκτικότητα σε λάδι	Ποσοστό κ.β.	6%
Υγρασία	Ποσοστό κ.β.	25%

Πίνακας 4.5: Ποιοτική σύσταση υγρών αποβλήτων κλασικού ελαιοτριβείου

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΤΡΙΩΝ ΦΑΣΕΩΝ
ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ		
BOD5	mg/lt	35.000-48.000
COD	mg/lt	45.000-60.000
Αιωρούμενα στερεά	Ποσοστό κ.β.	5%
Περιεκτικότητα σε λάδι	Ποσοστό κ.β.	1%
PH	μονάδες	4,7-5,2
ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ		
Περιεκτικότητα σε λάδι	Ποσοστό κ.β.	4%
Υγρασία	Ποσοστό κ.β.	50%

Πίνακας 4.6: Ποιοτική σύσταση υγρών αποβλήτων τριφασικού φυγοκεντρικού ελαιοτριβείου

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΔΥΟ ΦΑΣΕΩΝ
ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ		
BOD5	mg/lt	1400
COD	mg/lt	5.000-6.000
Αιωρούμενα στερεά	Ποσοστό κ.β.	-
Περιεκτικότητα σε λάδι	Ποσοστό κ.β.	-
PH	μονάδες	5,5
ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ		
Περιεκτικότητα σε λάδι	Ποσοστό κ.β.	2,5-3,5%
Υγρασία	Ποσοστό κ.β.	60-70%

Πίνακας 4.7: Ποιοτική σύσταση υγρών αποβλήτων διφασικού φυγοκεντρικού ελαιοτριβείου
Πηγή: Τζουτζομήτρος 2002

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

5.1 Γενικά

Τα απόβλητα των ελαιουργείων συγκαταλέγονται μαζί με εκείνα των οινοπνευματοποιείων (βινάσες) στα κατ' εξοχήν βεβαρημένα, από άποψη ρυπαντικού οργανικού φορτίου γεωργο-βιομηχανικά απόβλητα. Επίσης θεωρούνται φυτοτοξικά λόγω των πολυφαινολών και των πτητικών οξέων που περιέχουν, παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη ενός αριθμού φυτών επιδρώντας στο ριζικό τους σύστημα (Τσώνης, 1988), ενώ ακόμα η δημιουργία γαλακτώματος που επιπλέει στην επιφάνεια του νερού, εμποδίζει τον εμπλουτισμό των υδάτων με ατμοσφαιρικό οξυγόνο (Γαβριλάκης Κ.Ι., Γεωργιάδης Γ.Α.,1996).

Οι περισσότερο σημαντικές περιβαλλοντικές επιδράσεις των ΥΑΕ είναι οι:

- Απειλή για την υδρόβια ζωή. Τα ΥΑΕ έχουν εκατό φορές υψηλότερη συγκέντρωση COD από ότι τα αστικά υγρά απόβλητα, και όταν ρίχνονται στο γλυκό νερό, η διαθεσιμότητα οξυγόνου μειώνεται, προκαλώντας μια διαταραχή της ισοροπίας ολόκληρου του οικοσυστήματος. Επιπλέον, η μεγάλη θρεπτική συγκέντρωση των ΥΑΕ ενισχύει την ανάπτυξη φυκών με επακόλουθο την ανάπτυξη ευτροφισμού.
- Οσμές. Η ζύμωση που πραγματοποιείται όταν τα ΥΑΕ αποθηκεύονται στις εξατμισοδεξαμενές ή/και όταν ρίχνονται στο έδαφος ή στους χειμάρρους-ποτάμια έχει σαν συνέπεια να εκλύονται αέρια όπως το μεθάνιο, υδρόθειο, κ.α. Αυτό οδηγεί σε σημαντική μόλυνση μέσω των οσμών ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της περιόδου παραγωγής του ελαιολάδου (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,2004).
- Αδιαπέραστο στρώμα. Τα λιπίδια των ΥΑΕ διαμορφώνουν ένα αδιαπέραστο στρώμα στην επιφάνεια του νερού, η οποία εμποδίζει το φως του ήλιου και το οξυγόνο να εισέλθουν μέσα στο νερό, κάτι που έχει αρνητική επίδραση στους μικροοργανισμούς.
- Αποχρωματισμός των γλυκών νερών. Η αλλαγή στο χρώμα των γλυκών νερών μπορεί να αποδοθεί στην οξείδωση και στον πολυμερισμό των τανινών, οι οποίες είναι δύσκολο να αφαιρεθούν από το νερό.

- Τοξικότητα. Δεδομένου ότι τα ΥΑΕ χαρακτηρίζονται από την παρουσία διάφορων φυτοτοξικών πτητικών οξέων και φαινολικών ενώσεων, είναι πολύ τοξικά.

Ο βαθμός επίδρασης σε κάθε οικοσύστημα εξαρτάται από την οικολογική ευαισθησία του ιδίου, όπως αυτή εκτιμάται σύμφωνα με τα στοιχεία του (τύπος βλάστησης, σύστημα υδρολογικών λεκανών απορροής, ετερογένεια οικολογικού τοπίου, τοπογραφική κλίση, ανθρωπογενείς διαταραχές) (Τρούμπης, 1992).

Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις ελαιοπαραγωγικές χώρες είναι πιά σοβαρές σήμερα, κυρίως λόγω: (α) η εκβιομηχάνιση της γεωργίας, η οποία έχει επιφέρει μια αξιοπρόσεχτη αύξηση στην παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριάντα ετών, (β) η μετατροπή των κλασικών ελαιουργείων σε φυγοκεντρικά, (γ) η διασπορά ενός μεγάλου αριθμού μικρών ελαιουργείων, και (δ) η αυξανόμενη ευαισθησία του κοινού στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί ο όγκος των ΥΑΕ που παράγονται παγκοσμίως, καθώς αυτός εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως την ποικιλία των ελαιοδέντρων, την ωριμότητα του ελαιοκάρπου, και οι γεωλογικο-κλιματολογικές συνθήκες. Εντούτοις, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο επεξεργασίας, καθώς τα κλασικά ελαιουργεία η παραγωγή των ΥΑΕ ποικίλλει από 40 lt έως 60 lt ανά 100 kg ελαιοκάρπου, όταν στα διφασικά ελαιουργεία η παραγωγή των ΥΑΕ είναι περίπου 10 lt ανά 100 kg ελαιοκάρπου και στα τριφασικά φυγοκεντρικά ελαιουργεία η παραγωγή ΥΑΕ ποικίλλει από 80 lt έως 120 lt (μέσος όρος 100 lt) ανά 100 kg ελαιοκάρπου (ΚΑΡΕΛΛΑΚΙΣ Ε.Ι.,2005)

5.2 Επίδραση στους μικροοργανισμούς

Η αντιμικροβιακή συμπεριφορά των ΥΑΕ έχει περιγραφεί από πολλούς μελετητές (Cago de και Ligorì, 1959! Ramos – Cormenzana κ.α., 1996) και βρέθηκε ότι σχετίζεται με την παρουσία των φαινολών σ' αυτά, η οποία είναι μεταξύ 0,5 έως 24g/l, κάτι που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο επεξεργασίας του ελαιοκάρπου για την παραγωγή του ελαιολάδου. Οι επιπτώσεις των ΥΑΕ στην οικολογική διαταραχή του έδαφος έχει αποδειχθεί επίσης από τους (Moreno κ.α, 1987, 1990; Paredes M.J.κ.α., 1986).

Οι Paredes κ.α., (1986) μελετώντας την επίδραση των ΥΑΕ στους μικροβιακούς πληθυσμούς του εδάφους παρατήρησαν σημαντική αύξηση κατά 20 φορές στον ολικό πληθυσμό των βακτηρίων στο έδαφος που έχει δεχθεί τα απόβλητα. Τα συστατικά τους όμως άσκησαν άμεση επιλεκτική πίεση στους μικροοργανισμούς του εδάφους, με αποτέλεσμα τα *Coryneform* βακτήρια να αυξηθούν και τα βακτήρια του γένους *Bacillus* να μειωθούν. Οι ίδιοι ερευνητές το 1987

επιβεβαίωσαν τη δραστική μείωση του αριθμού των σποριογόνων βακτηρίων τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στον κύκλο της οργανικής ουσίας στη φύση, λόγω της αυξημένης πρωτεολυτικής τους ικανότητας και των δυνατοτήτων τους να διασπούν σύνθετα οργανικά μόρια. Παρατήρησαν επίσης αύξηση των οξεόφιλων μικροοργανισμών του εδάφους, η οποία ασφαλώς σχετίζεται με το όξινο pH των αποβλήτων, μολονότι δεν υπήρχε αλλαγή στο pH του εδάφους, το οποίο παρέμεινε σχεδόν σταθερό (pH=7,6). Αυξήθηκαν επίσης οι μικροοργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για τη διαλυτοποίηση του φωσφόρου ενώ οι μικροοργανισμοί που λαμβάνουν μέρος στον κύκλο του αζώτου αποδείχθηκαν ευαίσθητοι στην επίδραση των αποβλήτων, αφού ο αριθμός τους μειώθηκε σημαντικά.

Ο Garcia Barrionuevo κ.α., (1992) έδειξαν τη θετική επίδραση των αποβλήτων στην αύξηση και στην αζωτοδέσμευση στελεχών του γένους *Azotobacter* στο έδαφος.

Οι Χατζηπαυλίδης κ.α., (1986) και λίγο αργότερα η Φλουρή κ.α., (1988) παρατήρησαν ότι το έδαφος μετά την προσθήκη υγρών αποβλήτων παρουσίασε επισχετική δράση έναντι των φυτοπαθογόνων μυκήτων του εδάφους *Pythium* και *Phytophthora cryptogaea* καθώς επίσης και αύξησης της σταθερότητας των εδαφικών συσσωματωμάτων. Τα YAE ήταν επίσης ιδιαίτερα τοξικά σε δύο φυτοπαθογόνα βακτήρια, το *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (αρνητικό κατά gram) και το *Corynebacterium michiganense* (θετικό κατά gram), και παρουσίασαν βακτηριοκτόνο δραστηριότητα στην αρχική συγκέντρωσή τους (στην ακατέργαστη μορφή) (Carasso κ.α., 1995) (Χατζηπαυλίδης Ι., (1999).

Ορισμένοι γεωργοί έχουν αντιληφθεί την αντιμικροβιακή δράση των YAE και εφαρμόζουν σαν πρακτική απολύμανσης των εδαφών την προσθήκη YAE στα τελευταία (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,(2004).

5.3 Φυτοτοξικότητα

Τα YAE έχουν φυτοτοξικές ιδιότητες. Παρεμποδίζουν το φύτεμα των σπόρων των φυτών και προκαλούν βλάβη σ' αυτά νεκρώνοντας τα ή προκαλώντας αρνητικές επιδράσεις στη φυσιολογία τους. Επίσης έχει αναφερθεί ότι η άμεση εφαρμογή ακατέργαστων YAE στα φυτά προκαλεί αποκοπή και πτώση των φύλλων και των καρπών (Fiume και Vita, 1977 Bartolini κ.α., 1994). Ορισμένα συστατικά των YAE όπως οι φαινολικές ενώσεις, τα πτητικά οργανικά οξέα, οι πολυαλκοόλες και οι αλδεΐδες έχουν αναφερθεί ως ενδεχόμενοι φυτοτοξικοί παράγοντες ((Lanzani and Fedeli 1986 και Saiz-Jimenez et al. 1988, Tomati et al. 1997). Ο Perez κ.α., το 1986 μελετώντας τη επίδραση των

αποβλήτων στη βλάστηση των σπόρων, δοκίμασαν απόβλητα χωρίς καμιά επεξεργασία, απόβλητα χωρίς οργανικό φορτίο και απόβλητα απιονισμένα σε διάφορες συγκεντρώσεις. Τα απόβλητα χωρίς καμιά επεξεργασία, είχαν τη μεγαλύτερη φυτοτοξική δράση, ακολουθούμενα από τα απιονισμένα, με τελευταία αυτά χωρίς οργανικό φορτίο. Η τομάτα (*Solanum lycopersicum*) ακολουθούμενη από τη σίκαλη (*Lolium perenne*) είναι τα φυτά με τη μεγαλύτερη ευαισθησία και στους τρεις τύπους αποβλήτων (Καρατζάς Εμ., 2001).

Οι Zafra Marin και Montero Tirado (1986) ισχυρίστηκαν ότι, όταν το στερεό υπόλειμμα των αποβλήτων από τις εξατμισοδεξαμενές χρησιμοποιήθηκε σαν λίπασμα, σε διαφορετικές καλλιέργειες (ελιές, πορτοκαλιές, λαχανικά, άνθη) σε διάφορες περιοχές τις Ισπανίας τα αποτελέσματα της εφαρμογής ήταν τόσο επιτυχή ώστε να δέχονται νέες παραγγελίες για το υλικό αυτό, από αγρότες που ήδη το είχαν χρησιμοποιήσει.

Για να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ των προβλημάτων που δημιουργούνται στα φυτά από τη διάθεση των ΥΑΕ στο έδαφος (φυτοτοξικότητα, αλατότητα) και των ευνοϊκών επιδράσεων που έχουν σ' αυτά λόγω της λιπαντικής τους αξίας, η οποία οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα τους κυρίως σε κάλιο αλλά και σε φώσφορο, μαγνήσιο, ο Fiestas (1986) προτείνει τη σταδιακή εφαρμογή τους στο έδαφος σε μικρές δόσεις. Οι ολικές δόσεις να μην υπερβαίνουν τα 3m^3 / στρέμμα / έτος για τα απόβλητα από κλασικά ελαιουργεία ή τα 10m^3 / στρέμμα / έτος από φυγοκεντρικά ελαιουργεία. Η εφαρμογή των αποβλήτων σε δένδροκομικές καλλιέργειες συνίσταται να γίνεται μεταξύ των γραμμών φύτευσης και να αποφεύγεται η προσθήκη κατά τη διάρκεια της βλαστικής φάσης των φυτών. Όταν πρόκειται για ετήσιες καλλιέργειες θα πρέπει να μεσολαβεί χρονικό διάστημα τουλάχιστον ενός μηνός μεταξύ της τελευταίας εφαρμογής και της σποράς ή της εγκατάστασης των φυτών (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,(2004).

5.4 Επίδραση στο νερό

Στο παρελθόν, τα ΥΑΕ ρίχνονταν συνήθως στους κοντινούς ποταμούς και τα ρέματα με ιδιαίτερα αρνητικές συνέπειες στα υδάτινα οικοσυστήματα. Από το 1982, στην Ισπανία η νομοθεσία απαγόρευσε τη διάθεση των ΥΑΕ στα ποτάμια. Αργότερα, άλλες Μεσογειακές χώρες υιοθέτησαν παρόμοια νομοθεσία. Ωστόσο παρά τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς υπάρχει ακόμα ανεξέλεγκτη διάθεση των ΥΑΕ άμεσα στα γλυκά νερά, ή στη θάλασσα ή ακόμα και στα συστήματα αποχετεύσεων.

Οι περισσότερο σημαντικές συνέπειες των ΥΑΕ στα υδάτινα οικοσυστήματα σχετίζονται με τη

συγκέντρωσή τους, τη σύνθεση και με την εποχιακή παραγωγή τους. Η πιό ορατή επίδραση της ρύπανσης από τα ΥΑΕ είναι ο αποχρωματισμός των φυσικών νερών. Αυτή η αλλαγή στο χρώμα αποδίδεται στην οξείδωση και στον επακόλουθο πολυμερισμό των τανινών που δίνουν οι σκουρόχρωμες πολυφαινόλες, οι οποίες είναι δύσκολο να αφαιρεθούν από τα απόβλητα (Hamdi, 1992 Rozzi κ. α., 1989).

Τα ΥΑΕ έχουν μικρή περιεκτικότητα σακχάρων. Όταν αυτά αποτεθούν άμεσα στα φυσικά νερά, το αποτέλεσμα θα ήταν μια αύξηση στον αριθμό μικροοργανισμών που θα τα χρησιμοποιούσε ως υπόστρωμα. Η επίδραση αυτού είναι επίσης η κατανάλωση οξυγόνου που διαλύεται στο νερό, και έτσι, θα μείωναν το μέρος που θα ήταν διαθέσιμο για τους υπόλοιπους διαβιόντες οργανισμούς. Αυτό μπορεί να προκαλέσει διαταραχή ολόκληρου του οικοσυστήματος.

Επίσης παρόμοιο αποτέλεσμα μπορεί να προκύψει και από την υψηλή φωσφορούχα περιεκτικότητα. Ο Φώσφορος βοηθάει και επιταχύνει την ανάπτυξη των αλγών και αυξάνει τις πιθανότητες για ευτροφισμό, που διαταράσσει ολόκληρη την οικολογική ισορροπία στα γλυκά νερά. Σε αντίθεση με τις ενώσεις αζώτου και άνθρακα, που φεύγουν στην ατμόσφαιρα μετά από την υποδόμηση τους ως διοξείδιο του άνθρακα και ατμοσφαιρικό άζωτο, ο φώσφορος δεν μπορεί να υποδομηθεί αλλά μόνο να αποτεθεί ως ίζημα. Αυτό σημαίνει ότι ο φώσφορος προσλαμβάνεται μόνο σε μικρό βαθμό μέσω της τροφικής αλυσίδας.

Η παρουσία μιας τέτοιας μεγάλης ποσότητας θρεπτικών ουσιών στα ΥΑΕ παρέχει ένα τέλειο μέσο προκειμένου να πολλαπλασιαστούν τα παθογόνα και να μολύνουν τα νερά, κάτι που έχει σοβαρές συνέπειες στην τοπική υδρόβια ζωή, καθώς και στους ανθρώπους που έρχονται σε επαφή με το νερό και κατά συνέπεια η φυσική διαδικασία απολύμανσης των φυσικών νερών επιβραδύνεται (Niaounakis M. & Halvadakis C.P., 2004).

5.5 Επίδραση στο έδαφος και στα πετρώματα

Στη φύση τα ΥΑΕ μεταβολίζονται από τους μικροοργανισμούς, τα έντομα, τις προνύμφες και τους γεωσκώληκες, και δίνουν ένα μίγμα σύνθετων αρωματικών ενώσεων γνωστών ως χουμικών ή φλουβικών ή, γενικότερα, ως χουμικά οξέα ή ως χουμικά αποστάγματα. Μια πρώτη λύση στο πρόβλημα της διάθεσης των ΥΑΕ αποτελεί η διασπορά τους επάνω στο έδαφος και ο επικείμενος μεταβολισμός τους από τους προαναφερόμενους φυσικούς οργανισμούς.

Τα ΥΑΕ περιέχουν πολλά οξέα, ανόργανα και οργανικά τα οποία μπορούν να καταστρέψουν την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ). Σε αλκαλικά εδάφη που έχουν δεχθεί ΥΑΕ έχουν ανιχθευθεί υψηλά επίπεδα αλατότητας λόγω της αντικατάστασης του καλίου και νατρίου από άλλα κατιόντα που υπάρχουν στο έδαφος. Το pH παραμένει αμετάβλητο και η αναλογία C/N αυξάνεται. Επιπλέον τα

ΥΑΕ προκαλούν μια αντιστρέψιμη μείωση στον αριθμό των σπορίων των βακτηρίων (Paredes M.J. κ.α., 1987). Αυτό οδηγεί σε μεταβολή των περιβαλλοντικών συνθηκών για τους μικροοργανισμούς, και συγκεκριμένα της ισοροπίας μεταξύ χώμα-αέρα και αέρα-νερού, και επομένως, στη μείωση της εδαφολογικής γονιμότητας (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,2004).

Όσον αφορά τις επιδράσεις των ΥΑΕ στα πετρώματα, αυτά που περιέχουν ιλλίτη εμφανίζουν σημαντική προσροφητική ικανότητα έναντι των φαινολών που περιέχει ο κατσίγαρος. Ανάλογα συμβαίνει και με πετρώματα που περιέχουν υλικά με μεγάλη ειδική επιφάνεια όπως είναι οι διατομίτες. Τη μικρότερη προσροφητική ικανότητα παρουσιάζουν τα όξινα πετρώματα της σχιστολιθικής σειράς, με απουσία ασβεστίτη και την παρουσία σερικήτη. Τα υγρά απόβλητα ελαιουργείων, διαλυτοποιούν τον ασβεστίτη που περιέχουν τα πετρώματα, καθώς και ορυκτά του σιδήρου, όπως ο αιματίτης και ο γκαιτίτης, αυξάνοντας αντίστοιχα την περιεκτικότητα CaO και Fe_2O_3 στο διάλυμα. (Περδικάτσης Β., Μανούτσογλου Ε., Σπάρταλη Ν., Μωραΐτης Δ. και Πεντάρη Δ., 2004).

5.6 Επίδραση στην ατμόσφαιρα

Όταν τα ΥΑΕ αποτίθενται στις εξατμισοδεξαμενές ή και στα έδαφος, γλυκά νερά λαμβάνουν χώρα διαδικασίες ζύμωσης (Balice κ.α., 1986). Αυτό έχει ως συνέπεια να εκλείεται μεθάνιο και άλλα τοξικά αέρια (H_2S , κ.α.) από τις περιοχές απόθεσης των ΥΑΕ. Αυτό οδηγεί σε σοβαρή μόλυνση από τις δυσάρεστες οσμές ακόμη και σε μεγάλες αποστάσεις, ειδικά κατά τη διάρκεια της περιόδου παραγωγής ελαιολάδου (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,2004)..

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

6.1 Γενικά

Από τα απόβλητα που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών και του ελαιολάδου, οι φαινολικές και οργανικές ουσίες, που είναι υπεύθυνες για τις υψηλές τιμές BOD₅ και COD, θεωρούνται οι πιο προβληματικές κατά την επεξεργασία (Annesini, 1983).

Το γεγονός αυτό σχετίζεται με τη χαμηλή συγκέντρωση αζώτου και την υψηλή συγκέντρωση αργά διασπώμενων ενώσεων (πχ τανίνες). Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων (OMW) έχουν υψηλό οργανικό περιεχόμενο και θα υπέθετε κανείς ότι είναι πλήρως βιο-διασπώμενα, όμως μερικά συστατικά όπως οι πολυφαινόλες και τα λιπίδια αποσυντίθενται με βραδύτερο ρυθμό από άλλους τύπους αποβλήτων, π.χ. από την επεξεργασία ζάχαρης. Η αποδοτική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων απαιτεί γρήγορη και πλήρη βιοδιάσπαση των ρύπων με οικονομική λειτουργία των μονάδων επεξεργασίας. Η μεγάλη ποικιλομορφία των συστατικών απαιτεί διαφορετικές τεχνολογίες και μεθόδους για την εξάλειψη ή την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιδράσεων στο περιβάλλον. Μερικές μέθοδοι για την επεξεργασία των υγρών και στερεών αποβλήτων από την παραγωγή ελαιολάδου παρουσιάζονται παρακάτω. Αρχικά, οι μέθοδοι αυτοί στοχεύουν στη μείωση του οργανικού περιεχομένου και του όγκου των αποβλήτων. Στη πράξη, συνδυάζονται συχνά δεδομένου ότι τα αποτελέσματά τους παρουσιάζουν διαφορές.

Η αερόβια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι αποτελεσματική μόνο εάν το οργανικό περιεχόμενο είναι σχετικά χαμηλό (πχ ο λόγος BOD/COD < 1 g/L), ενώ η αναερόβια επεξεργασία είναι αποδοτική σε περίπτωση υψηλού οργανικού φορτίου (λόγος BOD/COD > 1 g/L). Επομένως η υψηλή συγκέντρωση οργανικών και ανόργανων συστατικών καθιστά ακατάλληλη την άμεση επεξεργασία με την χρήση αερόβιων και αναερόβιων μεθόδων. Συχνά είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί συνδυασμός διαφορετικών διαδικασιών για αποτελεσματική επεξεργασία.

6.2 Διαχείριση υγρών αποβλήτων

Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της Μεσογείου. Τα υγρά απόβλητα που παράγονται κατά την

επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς και του ελαιολάδου χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό και ανόργανο φορτίο, που καθιστά δύσκολη την επεξεργασία τους. Η ρυπαντική ικανότητα των υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία της ελιάς είναι εκατό φορές μεγαλύτερη από τα αστικά απόβλητα. Ο απλούστερος τρόπος διάθεσης (που εφαρμόζεται σήμερα στην Ιταλία) είναι η εφαρμογή τους στο έδαφος, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα λόγω της τοξικής επίδρασης των πολυφαινόλων και της ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Μόνο το νερό από το πλύσιμο του ελαιόκαρπου μετά την παράδοσή του στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση, επειδή έχει χαμηλό οργανικό φορτίο. Μέχρι τώρα δεν υπάρχει καμία τεχνολογικά και οικονομικά βιώσιμη λύση. Γενικά η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μπορεί να διακριθεί σε τρία μέρη ανάλογα με το είδος της επεξεργασίας:

Μηχανική επεξεργασία	Καθίζιση, μηχανικός διαχωρισμός, επίπλευση, διάλυση, διήθηση
Βιολογική επεξεργασία	Διάθεση στο έδαφος, εξάτμιση σε ανοικτές δεξαμενές, επεξεργασία ενεργού ιλύος, αναερόβια επεξεργασία, λιπασματοποίηση, βιοτεχνολογία
Φυσικο-χημική επεξεργασία	Οξειδωση/αναγωγή, προσρόφηση, αποτέφρωση, εξάτμιση, διαχωρισμός με μεμβράνες, συσσωμάτωση

Πίνακας 6.1:Κύριες τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (www.tdcolive.com).

6.2.1 Μηχανικές μορφές επεξεργασίας

Οι φυσικές μορφές επεξεργασίας περιλαμβάνουν το διαχωρισμό διαφορετικών φάσεων διαμέσου μηχανικών μέσων. Αυτές οι φάσεις θα μπορούσαν να είναι μια ποικιλία από στερεό – υγρό σε υγρό-υγρό.

Οι κύριες φυσικές μορφές επεξεργασίας είναι:

6.2.1.1 Διάλυση (Dilution)

Η διάλυση είναι ένας απλός τρόπος για να μειωθεί το οργανικό φορτίο των ΥΑΕ. Το νερό που χρησιμοποιείται για τη διάλυση μπορεί να είναι χρησιμοποιημένο που προέρχεται από τα φρεάτια ή μπορεί να είναι νερό της άρδευσης ή νερό από κοντινά ρεύματα ή ρυάκια, τα οποία είναι σε αφθονία κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου που λειτουργούν τα ελαιουργεία. Η αναλογία μεταξύ του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων που προέρχονται από τα ελαιοτριβεία και των αστικών αποβλήτων στην ευρύτερη περιοχή μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας. Όταν το ρυπαντικό φορτίο των αποβλήτων των ΥΑΕ είναι

χαμηλό, έναντι των αστικών αποβλήτων, τα ΥΑΕ μπορούν να μπουν στην επεξεργασία αστικών λυμάτων (Boari and Mancini, 1990). Αυτή είναι μια από τις περιπτώσεις στις οποίες η διάλυση είναι αρκετά αποτελεσματική στο να βελτιώσει τα ευμεταχειρίσιμα ΥΑΕ μέσω των βιολογικών συστημάτων καθαρισμού. Όταν το ρυπαντικό φορτίο των ελαιοτριβείων είναι υψηλό, μια ανεξάρτητη επεξεργασία από αυτή των αστικών λυμάτων είναι πιθανώς πιο κατάλληλη. Η διάλυση των ΥΑΕ είναι πολύ χρήσιμη όσον αφορά την επεξεργασία των ΥΑΕ (Niaounakis M. & Halvadakis C.P., 2004).

6.2.1.2 Διήθηση (Filtration)

Η διήθηση είναι μια από τις παλαιότερες μεθόδους για την απομάκρυνση των στερεών από τα υγρά απόβλητα. Τα στερεά περιλαμβάνουν άργιλο και ιλύ, οργανική ουσία, ιζήματα από άλλες επεξεργασίες, σίδηρο, μαγγάνιο και μικροοργανισμούς. Ο διαχωρισμός γίνεται με τη βοήθεια πορώδους υλικού που συγκρατεί τα στερεά και επιτρέπει τη διέλευση της υγρής φάσης. Τα φίλτρα μπορεί να είναι στρώματα άμμου, αμμοχάλικου ή ενεργού άνθρακα που βοηθούν στην αφαίρεση και των πιο μικρών μορίων. Η διήθηση καθαρίζει το νερό και ενισχύει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης.

Μπορεί να εφαρμοστεί μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλη τεχνολογία επεξεργασίας. Η διήθηση μπορεί να γίνει είτε φυσικά (με βαρύτητα), είτε βεβιασμένα με εφαρμογή πίεσης στην πλευρά εισόδου ή με εφαρμογή κενού στην πλευρά εξόδου των αποβλήτων. Συνήθως, η διήθηση χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των στερεών υλικών από τα υγρά απόβλητα που μπορεί να εμποδίσουν την περαιτέρω επεξεργασία (πχ φράξιμο σωλήνων). Η διήθηση για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα βασίζεται στις μεθόδους διαχωρισμού μεμβρανών (www.tdcolive.com).

6.2.1.3 Καθίζηση (Sedimentation)

Η καθίζηση είναι η απλούστερη και η πιο ευρέως χρησιμοποιημένη φυσική μέθοδος προεπεξεργασίας (Al- Malah κ.α., 2000 Velioglu κ.α., 1987). Η καθίζηση στηρίζεται στην μεγαλύτερη πυκνότητα των μορίων από αυτή του νερού για την απομάκρυνσή τους από την υδατική φάση. Η διαδικασία μπορεί να είναι φυσική (κατακρήμνιση λόγω βαρύτητας) ή εξαναγκασμένη (σε φυγοκεντρικό διαχωριστή ή κυκλώνα). Μετά από την αφαίρεση των ογκωδών στερεών, τα υγρά απόβλητα ρέουν στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, όπου η ταχύτητα ροής μειώνεται και τα αιωρούμενα υλικά βυθίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής. Σε αυτό το στάδιο απομακρύνεται το 50% περίπου των

διαλυμένων στερεών και το 35% του BOD₅. Επίσης, τα συστατικά που επιπλέουν όπως το έλαιο συλλέγονται από την επιφάνεια των δεξαμενών. Το υλικό που καθιζάνει (πρωτοβάθμια ιλύς) συλλέγεται σε μια χοάνη και οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ασβέστης για τον έλεγχο των ανεπιθύμητων οσμών (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,2004).

6.2.1.4 Επίπλευση (Flotation)

Η επίπλευση είναι μια μηχανική μέθοδος διαχωρισμού των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα. Η χρήση ενός αερίου στο σύστημα, όπως αέρα ή αζώτου, διευκολύνει το διαχωρισμό. Η αρχή της μεθόδου είναι απλή. Το αέριο διοχετεύεται υπό πίεση στα απόβλητα σχηματίζοντας λεπτές φυσαλίδες και προσροφάται στην επιφάνεια των στερεών, μειώνοντας το ειδικό βάρος και διευκολύνοντας το διαχωρισμό. Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες όπως:

- Ουσίες που προκαλούν αφρισμό (foaming chemicals). Η δημιουργία αφρού σταθεροποιεί τις φυσαλίδες και τον αφρό στην επιφάνεια της δεξαμενής. Σε διαφορετική περίπτωση, εάν σταματήσει ο σχηματισμός φυσαλίδων και αφρού, τα αιωρούμενα στερεά θα κατακρημνιστούν.
- Ουσίες που καθιστούν τα αιωρούμενα στερεά υδρόφοβα. Με τη χρήση των ουσιών αυτών, τα αιωρούμενα στερεά προσκολλώνται ευκολότερα στις φυσαλίδες του αέρα και κινούνται προς την επιφάνεια. Αυτοί οι χημικοί παράγοντες καλούνται επίσης συλλέκτες (collectors).
- Μερικοί ρυθμιστικοί παράγοντες όπως ρυθμιστές pH, ουσίες που προκαλούν κροκίδωση, κλπ.

Εφαρμόζονται διάφοροι τύποι επίπλευσης, οι οποίοι διαφέρουν κυρίως στον τρόπο που παράγονται οι φυσαλίδες. Η Επίπλευση με Διαλελυμένο Αέρα (Dissolved Air Flotation) είναι η ευρύτερη μέθοδος που εφαρμόζεται λόγω της αποτελεσματικότητας στην απομάκρυνση μεγάλου εύρους στερεών. Μέχρι τώρα η επίπλευση χρησιμοποιούνταν μόνο σε πειραματικό στάδιο για την επεξεργασία των αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Η επίπλευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση της πολύ λεπτής φάσης ελαίου (γαλάκτωμα) στα απόβλητα, αλλά η εφαρμογή παραμένει οριακή λόγω της χαμηλής αναλογίας δαπάνης/όφελους. Ορισμένα ερευνητικά αποτελέσματα δείχνουν ότι είναι δυνατό να αφαιρεθεί η λιγνίνη και πολυμερή της λιγνίνης από τα υγρά απόβλητα με διήθηση. Τα συστατικά αυτά μπορεί να διασπαστούν στη συνέχεια από κάποιους μύκητες (π.χ. *Actinobacteria*), που χρησιμοποιούν την λιγνίνη ως θρεπτικό υπόστρωμα (www.tdcolive.com).

6.2.1.5 Φυγοκέντριση (Centrifugation)

Ο Μίτρακας κ.α. (1996) ανακάλυψαν την αποδοτικότητα του διαχωρισμού αυτής της τεχνικής και την επιρροή των χημικών προσθετικών στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής στη μείωση του COD και στην ανάκτηση του υπάρχοντος λαδιού που περιέχεται στα ΥΑΕ. Γενικά, όταν μια ποσότητα ΥΑΕ υποβάλλεται σε φυγοκέντριση, προκύπτουν τρεις διαχωρισμένες φάσεις: ένα επιφανειακό στρώμα που περιέχει λάδι, ένα υδάτινο στρώμα που περιέχει διαλυτά υλικά, και ένα στρώμα ιζήματος όπου συγκεντρώνονται τα κολλειδή και αιωρούμενα υλικά. Η φυγοκέντριση αποδείχτηκε ικανή στο να διαχωρίσει πλήρως τα αιωρούμενα στερεά, κάτι που βελτίωσε σημαντικά την μείωση του COD και την ανάκτηση του λαδιού. Η απομάκρυνση του COD μέσω της φυγοκέντρισης των ακατέργαστων ΥΑΕ έφτασε το 70% ενώ παράλληλα η ανάκτηση του λαδιού κυμάνθηκε σε ποσοστά 30 – 50%, εξαρτώμενη από την προέλευση των ΥΑΕ. Αλλαγές στο χημικό περιβάλλον επηρεάζει σημαντικά την απόδοση της φυγοκέντρισης. Σε pH=2 (όξινση λόγω H₂SO₄) η μεγαλύτερη ανάκτηση του λαδιού έφτασε σε ποσοστό το 47% και με ταυτόχρονη μείωση του COD το 67,8% (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,2004).

6.2.2 Βιολογικές μορφές επεξεργασίας

Οι βιολογικές μορφές επεξεργασίας χρησιμοποιούν μικροοργανισμούς στο να αποικοδομήσουν τις χημικές ενώσεις που βρίσκονται στα απόβλητα των ελαιουργείων. Ο τύπος των μικροοργανισμών που χρησιμοποιείται εξαρτάται από τις συνθήκες που επεξεργάζονται τα απόβλητα, π.χ. αερόβιες ή αναερόβιες. Η αναερόβια διαδικασία χρησιμοποιείται για να απομακρύνουμε την οργανική ουσία όταν αυτή βρίσκεται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, και η αερόβια σε απόβλητα όπου η οργανική ουσία βρίσκεται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις ή σαν ένα επιπλέον βήμα για περαιτέρω απομάκρυνση της παραμένων οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων που βρίσκονται στα ΥΑΕ.

Μια κατάλληλη λύση για την απολύμανση των ΥΑΕ μπορεί να είναι η βιοτεχνολογική εφαρμογή μικροοργανισμών ικανών να μεταβολίζουν τις τοξικές ουσίες που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα. Η βιολογική προσέγγιση απαιτεί βαθιά γνώση των καταβολικών διεργασιών που χρησιμοποιούν οι μικροοργανισμοί για τις διάφορες ενώσεις των ΥΑΕ, και με αυτόν τον τρόπο, να επιλεγούν τα πιο κατάλληλα είδη όπου θα αποδομήσουν το μεγαλύτερο εύρος αυτών των ενώσεων. Στις περισσότερες περιπτώσεις βρέθηκε ότι οι βιολογικές τρόποι επεξεργασίας και ιδιαίτερα οι αναερόβιες είναι περισσότερο οικονομικές και αποδοτικές από ότι οι φυσικές και χημικές μέθοδοι επεξεργασίας (Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,2004).

6.2.2.1 Αναερόβια επεξεργασία (Anaerobic treatment)

Η αναερόβια επεξεργασία αποτελεί κατάλληλη μέθοδο για την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου από ιδιαίτερα μολυσμένα υγρά απόβλητα. Πραγματοποιείται από βακτήρια που δεν χρειάζονται οξυγόνο για την αποικοδόμηση των οργανικών ενώσεων από τα υγρά απόβλητα. Η αναερόβια επεξεργασία γίνεται όμως με βραδύτερο ρυθμό, επειδή αυτοί οι μικροοργανισμοί έχουν χαμηλότερη μεταβολική δραστηριότητα αποικοδόμησης από ότι οι αερόβιοι, με αποτέλεσμα η αναερόβια επεξεργασία να είναι περισσότερο ευαίσθητη από την αερόβια μέθοδο. Η αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων εφαρμόζεται όλο και περισσότερο επειδή επιτρέπει την ανάκτηση σημαντικής ποσότητας μεθανίου για χρήση ως πηγή ενέργειας. Επιπλέον, κατά την αναερόβια επεξεργασία παράγονται σημαντικά μικρότερες ποσότητες ιλύος (λάσπης). Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων είναι κατάλληλα για αναερόβια επεξεργασία, καθώς το ρυπαντικό φορτίο αποτελείται από οργανικές και διαλυτές ενώσεις, όπως σάκχαρα, πηκτίνη, κ.λ.π. Όμως η παραγωγή μεθανίου (methanogenesis) συχνά παρεμποδίζεται στη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Οι υψηλές συγκεντρώσεις COD και BOD₅ (πάνω από 7 g/L), η παρουσία πολυφαινόλων και λιπαρών οξέων στα υγρά απόβλητα προκαλούν αστάθεια στο μεταβολισμό των μικροοργανισμών και συμβάλλουν στη συσσώρευση πτητικών λιπαρών οξέων (www.tdcolive.com).

Εάν το οργανικό και ανόργανο φορτίο των αποβλήτων δεν είναι υψηλό, είναι δυνατόν η επεξεργασία να γίνει σε εγκαταστάσεις αστικών λυμάτων.

Η επεξεργασία με τη μέθοδο της ενεργούς ιλύος έχει μεγάλη ικανότητα αφαίρεσης COD και BOD₅ (έως και 80 – 85% του ολικού φορτίου), αλλά μόνο εάν ο ρυθμός λειτουργίας είναι της τάξεως των 2-4 g/L ανά ημέρα.

Η αναερόβια αποικοδόμηση επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το χρόνο διατήρησης, χημική σύσταση των υγρών αποβλήτων και από την παρουσία τοξικών. Η αναερόβια αποικοδόμηση μπορεί να εφαρμοστεί κάτω από ψυχρόφιλες (<20 °C), μεσόφιλες (25-40 °C) ή θερμοφιλες (50-65 °C) συνθήκες (Niaounakis M. & Halvadakis C.P., 2004).

6.2.2.2 Αερόβια επεξεργασία (Aerobic treatment)

Στις αερόβιες επεξεργασίες, τα αερόβια βακτήρια αποικοδομούν ένα μέρος των ρύπων που βρίσκονται στα απόβλητα με την οξειδωση τους κυρίως σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), νιτρικά άλατα, και νερό, χρησιμοποιώντας οξυγόνο από μια εξωτερική πηγή. Τα βιοαντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται είναι στήλες γυαλιού ή πλαστικά δοχεία που γεμίζονται με κοσκινισμένο χώμα και, μετά από τις αερόβιες αντιδράσεις που πραγματοποιούνται, οι περισσότεροι από τους ρύπους που

είναι στο υπόλοιπο μέρος χρησιμοποιούνται για να παραγάγουν νέα κύτταρα βακτηρίων, τα οποία πρέπει να αφαιρεθούν από το νερό. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι βιοαποικοδομητές πρέπει να διατηρήσουν την δυνατότητά τους όσον αφορά την αποικοδόμηση στο φυσιολογικό όρο των ακινητοποιημένων κυττάρων. Στην πραγματικότητα, οι βιοαποικοδομητές με σταθερά κύτταρα, όπως το είδος *Aspergillus* (Vassilev κ.α, 1997), είναι γενικά οι πιο αποτελεσματικοί στη βιολογική επεξεργασία των μολυσμένων με οργανικούς ρύπους νερών (Bertin κ.α., 2001, Kotsou κ.α., 2004). Οι περισσότερο γνωστοί τρόποι αερόβιας επεξεργασίας είναι η μέθοδος ενεργού ιλύος καθώς και οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί επαφείς. Αυτές οι διαδικασίες στοχεύουν στην αφαίρεση των διαλυμένων ή κολλοειδών ρύπων από τα υγρά απόβλητα όταν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις (Rozzi και Malpei, 1996). Πράγματι, μπορούν μόνο να λειτουργήσουν αποτελεσματικά εάν η συγκέντρωση των ρύπων είναι σχετικά χαμηλή, περίπου 1g/L COD (Baourakis κ.α., 2000). Επομένως, η υψηλή αρχική συγκέντρωση των ΥΑΕ σε ρύπους και ο αργός ρυθμός αφαίρεσης αυτών, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το τμήμα των ΥΑΕ όπου βρίσκεται η μεγαλύτερη συγκέντρωση ρύπων επιδρά επίσης στο χρώμα των υγρών αποβλήτων, καθιστούν τα ΥΑΕ ακατάλληλα για άμεση επεξεργασία από αερόβιες βιολογικές επεξεργασίες (Niaounakis και Chalvadakis, 2004). Επομένως απαιτούνται κάποιες φυσικοχημικές προεπεξεργασίες όπως η χαμηλής συχνότητας ακτινοβολία υπερήχου (Atanassova κ.α., 2005) και η οζονοποίηση (Beltran- Heredia κ.α., 1999, 2000), και οι δύο μειώνουν την αντιοξειδωτική δραστηριότητα των ΥΑΕ με την αφαίρεση άνω του 50% των φαινολικών ενώσεων, και ως εκ τούτου διευκολύνουν τις επόμενες βιολογικές επεξεργασίες.

Η πιο γνωστή μέθοδος αερόβιας επεξεργασίας είναι η μέθοδος ενεργού ιλύος (activated sludge). Η μέθοδος της ενεργούς ιλύος είναι η περισσότερο διαδεδομένη βιολογική επεξεργασία υγρών αποβλήτων στον κόσμο. Η βιομάζα αποτελείται από βακτήρια, που είναι υπεύθυνα για τη διαδικασία αποικοδόμησης και πρωτόζωα που τρώνε τα βακτήρια. Η διαδικασία αυτή της βιοκένωσης (biocenosis) καλείται ενεργή ιλύς. Η διαδικασία αποικοδόμησης οδηγεί στην παραγωγή υψηλών ποσοτήτων ιλύος, διοξειδίου του άνθρακα και νιτρικών ιόντων (NO_3). Η ιλύς ανακυκλώνεται μερικώς στη δεξαμενή αερισμού και το πλεόνασμα θα πρέπει να υποβληθεί σε κάποια επεξεργασία πριν διατεθεί για περαιτέρω χρήση. Βελτιώσεις στην επεξεργασία των αποβλήτων οδήγησαν στην τροποποίηση της μεθόδου από μια δεξαμενή αερόβιας επεξεργασίας, σε ένα συνδυασμό δεξαμενών που περιλαμβάνουν αερόβιες, ανοξικές (anoxic, δηλ. συνθήκες όπου το διαλυμένο οξυγόνο είναι μεταξύ 0-0,5 ppm) και αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες απομακρύνουν ανόργανα στοιχεία όπως το άζωτο και ο φωσφόρος.

Η μέθοδος της ενεργούς ιλύος περιλαμβάνει τη χρήση διαφορετικών μικροοργανισμών όπως βακτήρια, νηματοειδή βακτήρια, πλεντάζωα ή τριχόποδα (rotifers), πρωτόζωα και φύκη (algae). Είναι σημαντικό κατά τη διαδικασία της ενεργούς ιλύος η υπάρχουσα μικροχλωρίδα να σχηματίζει

συσσωματώματα, τα οποία καθιζάνουν εύκολα, δημιουργώντας διαυγή απόβλητα με χαμηλή συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών. Για την επιτυχία της μεθόδου είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε τους τύπους βακτηρίων και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Πρόσφατα, βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBRs), με εξωτερική ή εσωτερική μονάδα μικρο-διήθησης (microfiltration) και υπερδιήθησης (ultrafiltration) αρχίζουν να αποτελούν ελπιδοφόρα εναλλακτική λύση στα συμβατικά συστήματα της ενεργούς ιλύος. Τα συστήματα αυτά είναι συμπαγή (αποφεύγοντας τη δεξαμενή καθίζησης), υψηλής απόδοσης (με συγκεντρώσεις λάσπης 2-3 φορές μεγαλύτερες από τα συμβατικά συστήματα) και ικανά για επεξεργασία υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας τροφίμων με υψηλό COD.

Η μέθοδος της ενεργού ιλύος χρησιμοποιείται για υγρά απόβλητα με $BOD < 3000 \text{ mg/L}$ και χρησιμοποιείται ως δεύτερο στάδιο για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων, μόλις δηλαδή μειωθεί το υψηλό BOD_5 ($20.000-35.000 \text{ mg/L}$) που αντιστοιχεί στα απόβλητα αυτά.

Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν τους ρύπους στα απόβλητα ως θρεπτικό υπόστρωμα, οξειδώνοντάς τους σε CO_2 και παράλληλα δημιουργούν νέα βιομάζα (ή λάσπη). Η ενεργός ιλύς αξιοποιείται συνήθως για την αφαίρεση διαλυμένων κολλοειδών ρύπων από τα υγρά απόβλητα που βρίσκονται σε χαμηλή συγκέντρωση. Υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων στα υγρά απόβλητα και αργές κινητικές απομάκρυνσης των ρύπων, καθιστούν τη μέθοδο το ακατάλληλη για άμεση επεξεργασία και αποτελεσματική απομάκρυνση των πολυφαινολών και χρωστικών ουσιών (τανίνες) (KAPELLAKIS E.I.,2005).

6.2.2.3 Λίμνες εξάτμισης (Lagoons)

Οι λίμνες εξάτμισης είναι μία από τις παλαιότερες μεθόδους για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Αποτελεί ικανοποιητική τεχνική για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων με μικρό ρυπαντικό φορτίο. Οι βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας βασίζονται στη δράση μικροοργανισμών που αποικοδομούν τα οργανικά συστατικά των αποβλήτων σε απλούστερα, αβλαβή και ενεργειακά σταθερότερα προϊόντα. Το κύριο μειονέκτημα των λιμνών εξάτμισης είναι οι μεγάλες επιφάνειες που απαιτούνται και η μεγάλη περίοδος επεξεργασίας που διαρκεί περισσότερο από 60 ημέρες.

Σήμερα οι λίμνες εξάτμισης χρησιμοποιούνται για "αποθήκευση" και εξάτμιση του ύδατος, ενώ παράλληλα έχουμε και διαχωρισμό των στερεών από την υγρή φάση με καθίζηση. Το μέγιστο ποσοστό εξάτμισης μπορεί να φθάσει σε τιμές 1 m^3 ανά 1 m^2 κατά τη διάρκεια ενός μήνα. Μετά την εξάτμιση των υγρών αποβλήτων, τα στερεά που απομένουν χρησιμοποιούνται ως λίπασμα. Οι λίμνες εξάτμισης είναι απλές εφαρμογές, χαμηλού κόστους, αλλά υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εάν η μόνωση της λεκάνης δεν είναι σωστή ή εάν υπάρξει κάποια διαρροή.

Κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η έντονη δυσοσμία που αναδύεται από τα υγρά απόβλητα, η οποία είναι αντιληπτή σε μεγάλη απόσταση. Ο ρυθμός εξάτμισης εξαρτάται από το κλίμα και μπορεί να διαρκέσει μερικές εβδομάδες. Στο τέλος της διαδικασίας παραμένει μια ελαιούχος και υγρή λάσπη (www.tdcolive.com).

6.2.2.4 Βιοτεχνολογία (Biotechnological process)

Οι συμβατικές φυσικοχημικές μέθοδοι είναι χρονοβόρες και έχουν υψηλές απαιτήσεις σε ενέργεια κάτι που τις καθιστά πολύ ακριβές. Η εφαρμοσμένη βιοτεχνολογία μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης. Παραδείγματος χάριν, οι περισσότερες εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων χρησιμοποιούν μικροοργανισμούς για να μετατρέψουν τις τοξικές χημικές ουσίες σε μη τοξικές χημικές ουσίες. Αυτούς τους μικροοργανισμούς θα μπορούσαν να τους τροποποιήσουν γενετικά για να αυξήσουν τη δυναμικότητα και την αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Τα υγρά βιομηχανικό απόβλητα, που περιέχουν συχνά ουσίες που είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον στις υψηλές συγκεντρώσεις, μπορούν να επεξεργαστούν αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας γηγενείς ή γενετικά τροποποιημένους μικροοργανισμούς (Niaounakis M.& Halvadakis C.P.,2004).

6.2.3 Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας

6.2.3.1 Διαχωρισμός με μεμβράνες (Membrane technology)

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται για την απομάκρυνση αιωρούμενων, κolloειδών και διαλυμένων ουσιών από τα υγρά απόβλητα. Χρησιμοποιείται μια ημιπερατή ή πορώδης μεμβράνη, η οποία λειτουργεί σαν φυσικό φράγμα μέσω του οποίου οι ουσίες είτε περνούν είτε παρακρατούνται ανάλογα με το μέγεθός τους. Η δομή και τα χαρακτηριστικά της μεμβράνης καθορίζουν τη φύση του διαχωρισμού. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των διαδικασιών διήθησης με μεμβράνες είναι η εφαρμογή πίεσης, η οποία αναγκάζει το διάλυμα να περάσει μέσω της πορώδους μεμβράνης και να επιτευχθεί εκλεκτικός διαχωρισμός. Η διαπερατότητα εξαρτάται από το μέγεθος των μορίων και των πόρων των μεμβρανών.

Τα συστήματα διαχωρισμού με μεμβράνες μπορεί να διαχωρίσουν σε:

1. Στερεά από αέρια
2. Στερεά από υγρά
3. Αέρια από αέρια
4. Αέρια από υγρά
5. Υγρά από υγρά
6. Διαλυμένα ή κολλοειδή υλικά από υγρά

Η τεχνολογία των μεμβρανών χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση (concentration), τον καθαρισμό (purification) και την κλασματοποίηση (fractionation) και είναι αποτελεσματική για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση πρώτων υλών, προϊόντων και νερού. Εφαρμόζεται για τη συγκέντρωση των υγρών στη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων.

Γενικά, ο διαχωρισμός με μεμβράνες διακρίνεται ανάλογα με το μέγεθος των πόρων σε:

- Μικροδιήθηση (Microfiltration) (συγκρατεί βακτήρια)
- Υπερδιήθηση (Ultrafiltration) (συγκρατεί πρωτεΐνες, αιωρούμενα στερεά)
- Νανοδιήθηση (Nanofiltration) (συγκρατεί σάκχαρα)
- Αντίστροφη ώσμωση (Reverse osmosis) (συγκρατεί άλατα)

Πριν το διαχωρισμό με μεμβράνες είναι απαραίτητο ένα στάδιο προ-φιλτραρίσματος ώστε να αφαιρεθούν τα μεγάλα αιωρούμενα στερεά.

Έχει υποστηριχτεί ότι η τεχνολογία των μεμβρανών επιτρέπει το διαχωρισμό ουσιών υψηλής προστιθέμενης αξίας από τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων (π.χ. πολυφαινόλες), αλλά μέχρι σήμερα δεν υπάρχει καμία μονάδα που να αξιοποιεί τα υγρά απόβλητα προς την κατεύθυνση αυτή. Ο διαχωρισμός με μεμβράνες δεν είναι κατάλληλος για υγρά απόβλητα υψηλού ρυπαντικού φορτίου από την παραγωγή ελαιολάδου, γιατί δημιουργούν προβλήματα στην ομαλή λειτουργία των μεμβρανών λόγω φραξίματος των πόρων και φαινομένων συσσωμάτωσης και προσρόφησης, γεγονός που συμβάλλει στη δημιουργία ενός στρώματος γλοιώδους υφής στην επιφάνεια των μεμβρανών.

Τα λιπαρά οξέα, που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, μπορούν επίσης να μειώσουν την απόδοση του συστήματος των μεμβρανών. Τα λιπαρά οξέα μπορούν να φράξουν τους πόρους και να μειώσουν τη ροή διαμέσου των μεμβρανών, λόγω της ικανότητάς τους να προσροφώνται στις υδρόφοβες επιφάνειες, όπως αυτές των μεμβρανών. Η τεχνολογία των μεμβρανών είναι αποτελεσματική στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων μόνο όταν το υψηλό ρυπαντικό φορτίο έχει μειωθεί προηγουμένως με άλλες μηχανικές ή βιολογικές μεθόδους. Η τεχνολογία αυτή είναι υψηλού κόστους για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων.

Ένα αποτελεσματικό σύστημα διήθησης που χρησιμοποιεί μεμβράνη είναι η νανοδιήθηση (nanofiltration). Η νανοδιήθηση είναι μια μέθοδος φιλτραρίσματος που χρησιμοποιεί μεμβράνες για να διαχωρίσει διαφορετικά ρευστά ή ιόντα. Δεν είναι τόσο αποτελεσματική μέθοδος όπως η αντίστροφη όσμωση, αλλά απαιτεί λιγότερη ενέργεια για να εκτελέσει το διαχωρισμό. Η νανοδιήθηση είναι αποτελεσματική για το διαχωρισμό σακχάρων, δισθενών αλάτων, βακτηρίων, πρωτεϊνών, σωματιδίων, χρωστικών ουσιών και άλλων συστατικών που έχουν μοριακό βάρος μεγαλύτερο από 1000 daltons. Η νανοδιήθηση και η αντίστροφη όσμωση επηρεάζονται από το φορτίο των προς επεξεργασία σωματιδίων. Έτσι, σωματίδια με μεγαλύτερο φορτίο είναι πιθανότερο να απορριφθούν. Η μέθοδος της διήθησης δεν είναι αποτελεσματική για οργανικές ουσίες μικρού μοριακού βάρους, όπως η μεθανόλη.

Συστατικό	Είσοδος	Έξοδος	Απόρριψη (%)
Βακτήρια (No/mL)	108	0	100
Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	1.090	0	100
COD (mg/L)	8.950	705	92
BOD ₅ (mg/L)	5.970	500	92
Έλαιο/λίπος (mg/L)	150	0	100
Διαλυτά στερεά (mg/L)	150	0	100

Πίνακας 6.2: Παροχή και διαπερατές παράμετροι

Συνδυασμός συστήματος νανοδιήθησης με εξατμιστή «κύματος» (flash evaporator), μειώνει τον όγκο των υγρών αποβλήτων κατά 75%. Η υγρή φάση που εξέρχεται από το σύστημα επαναχρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας για να μειώσει τη δαπάνη του χρησιμοποιούμενου ύδατος. Μερικές πειραματικές εγκαταστάσεις διαχωρίζουν τα λιπαρά οξέα από τα υγρά απόβλητα με υπερδιήθηση. Το σύστημα ανακτά περίπου 900 kg λιπαρά οξέα /ημέρα με δαπάνη περίπου 1,13 US\$/ kg ανακτημένου προϊόντος (www.tdcolive.com).

6.2.3.2 Αποτέφρωση (Incineration)

Η αποτέφρωση είναι η καταστροφή του οργανικού περιεχομένου των αποβλήτων παρουσία αέρα σε υψηλή θερμοκρασία, που συνοδεύεται από πλήρη εξάτμιση του ύδατος. Η επεξεργασία αυτή είναι αποτελεσματική για τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε οργανική ουσία. Όσο υψηλότερο είναι το οργανικό περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων (οργανική ουσία τουλάχιστον 10%), τόσο αποτελεσματικότερη είναι η τεχνολογία αποτέφρωσης σε σύγκριση με

την μηχανική-βιολογική επεξεργασία. Ο φούρνος ρευστοποιημένης κλίνης (fluid bed oven) ή οι θάλαμοι στατικής αποτέφρωσης (static incineration chambers) χρησιμοποιούνται γενικά για αποτέφρωση των υγρών αποβλήτων, ενώ οι θάλαμοι αποτέφρωσης με περιστροφικούς σωλήνες (rotary tube ovens) χρησιμοποιούνται για συνδυασμένη αποτέφρωση στερεών και υγρών αποβλήτων.

Τα υγρά απόβλητα ψεκάζονται στο θάλαμο αποτέφρωσης υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων μέσω ειδικών ακροφυσίων, επιτυγχάνοντας έτσι την καλύτερη ανάμιξη με τον θερμό αέρα. Η θερμοκρασία αποτέφρωσης κυμαίνεται από 650°C μέχρι 1600°C περίπου. Το ιξώδες των υγρών αποβλήτων είναι εξαιρετικής σημασίας, επειδή ενεργεί ως υπόστρωμα(feed) και θα πρέπει να είναι μικρότερο από 10.000 SSU (Saybolt Universal Seconds). Ως μέτρο σύγκρισης αναφέρουμε ότι ιξώδες 10.000 SSU αντιστοιχεί στο ιξώδες του μελιού, ενώ τα φυτικά έλαια έχουν ιξώδες 200 SSU περίπου.

Όλοι οι τύποι αποτεφρωτήρων μπορεί να λειτουργήσουν σε καθεστώς πυρόλυσης και μειωμένου οξυγόνου. Το κυριότερο πρόβλημα είναι η σχηματιζόμενη τέφρα και τα καυσαέρια, η διαχείριση των οποίων είναι δαπανηρή (www.tdcolive.com).

6.2.3.3 Εξάτμιση και απόσταξη (Evaporation and distillation)

Αυτές οι μέθοδοι επεξεργασίας συμπυκνώνουν το οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων καθώς επίσης και τις μη-πτητικές διαλυμένες ουσίες με εξάτμιση. Η ενέργεια για την εξάτμιση προέρχεται από θερμότητα καύσης ή από φυσική πηγή (ήλιος). Το μειονέκτημα αυτών των διαδικασιών σχετίζεται με την επεξεργασία και τη διάθεση των προϊόντων που προκύπτουν, όπως η διάθεση των ημιστερεών υπολειμμάτων. Τα υπολείμματα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή, αλλά η χρήση τους είναι περιορισμένη λόγω της πικρής γεύσης και της υψηλής περιεκτικότητας σε κάλιο.

Είναι γνωστό ότι τα στερεά υπολείμματα έχουν υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο που χρησιμοποιείται συχνά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το νερό που εξατμίζεται μπορεί να συμπυκνωθεί και χρησιμοποιείται στη γραμμή επεξεργασίας της μεταποιητικής μονάδας. Ο συμπυκνωμένος ατμός από την έξοδο της τουρμπίνας μεταφέρεται στο λέβητα και χρησιμοποιείται ως κινητήριος δύναμη για τις μηχανές. Μετά την απομάκρυνση του νερού (ξήρανση), το στερεό υπόλειμμα μπορεί να αποτεφρωθεί και να συμβάλει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή το συμπύκνωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα. Η αποδοτικότητα της εξάτμισης υπολογίζεται στο 50% των ολικών διαλυμένων στερεών.

Η μέθοδος της απόσταξης εφαρμόζεται για ιδιαίτερα μολυσμένα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων ή αλατούχα απόβλητα από βιομηχανίες ψαριών ή κρέατος ή για την αναγέννηση ιοντο-ανταλλακτικών ρητινών. Το συμπυκνωμένο στερεό υλικό που προκύπτει από την εξάτμιση μπορεί να καεί και να

παρέχει θερμική ενέργεια στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου. Όμως η καύση απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία των αερίων που δημιουργούνται. Ένα επιπλέον πρόβλημα είναι το συμπύκνωμα από την απόσταξη το οποίο δεν είναι από καθαρό νερό και περιέχει κλάσματα πτητικών λιπαρών οξέων και αλκοολών. Αυτές οι ενώσεις είναι υπεύθυνες για τις υψηλές τιμές COD (πάνω από 3 g COD/L) και απαιτείται πρόσθετη επεξεργασία του συμπυκνώματος πριν από τη διάθεσή του.

Αυτήν την περίοδο η ΕΕ χρηματοδοτεί ένα πρόγραμμα για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων απόσταξης που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (www.tdcolive.com).

6.2.3.4 Συσσωμάτωση (Flocculation)

Η συσσωμάτωση αναφέρεται στη χημική αποσταθεροποίηση των κολλοειδών διασπορών εξαιτίας της προσθήκης κατάλληλων ηλεκτρολυτών, οι οποίοι μειώνουν το φορτίο των κολλοειδών σωματιδίων, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι ηλεκτροστατικές απωστικές δυνάμεις και τα κολλοειδή τεμαχίδια να σχηματίζουν μεγαλύτερα συσσωματώματα τα οποία καθιζάνουν ως ίζημα.

Οι παράγοντες που ευνοούν τη συσσωμάτωση είναι η βαθμίδα (gradient) ταχύτητας, ο χρόνος και το pH. Ο χρόνος και η ταχύτητα αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την κροκίδωση-συσσωμάτωση των σωματιδίων. Επιπλέον το pH είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην απομάκρυνση των κολλοειδών. Συχνά είναι απαραίτητη η προσθήκη ενός χημικού αντιδραστηρίου (πολυ-ηλεκτρολύτη) που ονομάζεται κροκιδωτικό μέσο που προάγει τη συσσωμάτωση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, για την επεξεργασία των αποβλήτων σφαγείων, οι διαλυτές κολλοειδείς ουσίες αφαιρούνται με συνδυασμό συσσωμάτωσης-κροκίδωσης.

Δυστυχώς αυτή η διαδικασία δεν είναι πολύ αποδοτική για τη μείωση των ρύπων στα ΥΑΕ. Τα περισσότερα οργανικά συστατικά των ΥΑΕ είναι δύσκολο να κατακρημνιστούν, όπως τα σάκχαρα ή τα πτητικά οξέα. Είναι κατάλληλο μόνο για την αφαίρεση των υπόλοιπων ανασταλμένων στερεών μετά)-6.4(από τη βιολογική επεξεργασία. (www.tdcolive.com).

6.2.3.5 Οξειδωση/Αναγωγή και Αποτοξικοποίηση (Oxidation/Reduction and Detoxification)

Μια μεγάλη ποικιλία συστατικών των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων τοξικών ουσιών, μπορεί να καταστραφεί ή να αποτοξινωθεί μέσω οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων. Η χημική οξειδωση χρησιμοποιεί οξειδωτικά μέσα όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) ή το χλώριο για να μειωθεί το COD και BOD_5 και για να απομακρυνθεί τόσο το οργανικό όσο και το οξειδούμενο

ανόργανο ρυπαντικό φορτίο. Η διαδικασία οξειδωσης ενισχύεται όταν εφαρμόζονται τα οξειδωτικά μέσα σε συνδυασμό με υπεριώδη ακτινοβολία.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σπάνια για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων οξειδωτικών μέσων που χρειάζονται για την επεξεργασία του υψηλού οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Μετά την οξειδωση, οι χημικές ουσίες παραμένουν στην υδατική φάση και είναι αδύνατο να επεξεργαστούν περαιτέρω βιολογικά. (www.tdcolive.com).

6.2.3.6 Προσρόφηση (Adsorption)

Η προσρόφηση είναι η φυσική σύνδεση αερίων ή διαλυμένων ουσιών στην επιφάνεια των στερεών, ιδιαίτερα σε πορώδη στερεά. Χρησιμοποιείται κυρίως ενεργός άνθρακας ως παράγοντας προσρόφησης. Η προσρόφηση εφαρμόζεται στις ακόλουθες περιπτώσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων: εξάλειψη οσμών, χρώματος ή γεύσης, ανάκτηση διαλυτών, καθαρισμός υγρών αποβλήτων, απομάκρυνση τοξικών ουσιών από τα απόβλητα, όπως φυτοφάρμακα, φαινόλες κλπ. (www.tdcolive.com).

6.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι μεσογειακές χώρες παράγουν ετησίως μεγάλες ποσότητες στερεών αποβλήτων από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου, που προκαλούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Το υλικό αυτό περιέχει επίσης υψηλό οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο το οποίο είναι δύσκολο στη διαχείριση, όπως ακριβώς και τα υγρά απόβλητα από την επεξεργασία των ελιών. Τα στερεά απόβλητα έχουν υψηλό περιεχόμενο COD και BOD₅, πολυφαινόλες που εμποδίζουν τη δραστηριότητα βακτηρίων και μυκήτων, υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα, κλπ. Η απόρριψη των αποβλήτων στο περιβάλλον ή η διάθεση τους στο έδαφος χωρίς προηγούμενη επεξεργασία, δεν αποτελεί λύση του προβλήματος, αλλά καθιστά την κατάσταση χειρότερη δεδομένου ότι υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Ο Πίνακας 6.3 συνοψίζει τα τυπικά χαρακτηριστικά των στερεών υπολειμμάτων από την παραγωγή ελαιολάδου.

Παράμετρος	2-φασικό Decanter	3-φασικό Decanter	Πιεστήριο Ελιών	Εξαγωγή Πυρηνέλαιου
Υγρασία (%)	62 – 70	45 – 55	30	60
Υπόλοιπο έλαιο (%)	4,65	4,5 – 7	6 – 11	
Πυρήνας (%)		39 - 49	60 - 65	

Θερμιδική αξία (Kcal/Kg)				3000 - 4000
-----------------------------	--	--	--	-------------

Πίνακας 6.2: Τυπικά χαρακτηριστικά στερεών υπολειμμάτων ελαιουργείων

Στον Πίνακα 6.3 παρουσιάζονται οι κύριες τεχνολογίες για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων ελαιοτριβείων:

Μηχανική επεξεργασία (προ – επεξεργασία)	Μηχανικός διαχωρισμός, ταξινόμηση, διαλογή, συμπίεση, ξήρανση
Βιολογική επεξεργασία	Εφαρμογή στο έδαφος, κομποστοποίηση, αναερόβια ζύμωση/ χώνευση
Θερμική επεξεργασία	Πυρόλυση, αεριοποίηση, αποτέφρωση
Απόθεση	Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής

Πίνακας 6.3: Κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των στερεών αποβλήτων ελαιουργείων

(www.tdcolive.com).

6.3.1 Μηχανική επεξεργασία

6.3.1.1 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. Τα πολύτιμα κλάσματα των αποβλήτων, τα οποία θα πρέπει να ταξινομηθούν από ένα μίγμα αποβλήτων, είναι δυσκολότερο να ανακυκλωθούν. Για το διαχωρισμό χρησιμοποιούνται διαφορετικές μέθοδοι διήθησης και εσχαρισμού.

6.3.1.2 Συμπίεση

Ο υγρός ελαιοπυρήνας και η στερεά φάση που προέρχεται από τα υγρά απόβλητα συμπιέζονται μέσω δίσκων (μεταλλικών ή υφασμάτων) 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.

6.3.1.3 Ξήρανση

Ο απλούστερος τρόπος για την ξήρανση των στερεών αποβλήτων είναι η εξάτμιση της υγρής φάσης με διασπορά των αποβλήτων στο έδαφος. Η εφαρμογή της μεθόδου εμφανίζει προβλήματα όπως δυσοσμία και πιθανότητα ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εάν το έδαφος δεν είναι κατάλληλο και η υγρή φάση κινείται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Πρόσφατα, χρησιμοποιήθηκε ένας ξηραντήρας που συνδυάζει ρευστοποιημένη και κινούμενη κλίνη. Το κυριότερο πρόβλημα της μεθόδου είναι ο έλεγχος της κυκλοφορίας των στερεών αποβλήτων και του θερμού αέρα για τη δημιουργία του κατάλληλου μίγματος ροής στερεών μέσω της ρευστοποιημένης κλίνης για βέλτιστη ξήρανση. Ο θερμός αέρας παράγεται από ένα καυστήρα προπανίου ή εναλλακτικά από την καύση των αποξηραμένων στερεών αποβλήτων. Η θερμοκρασία ποικίλει μεταξύ 160–400°C.

Η επεξεργασία του υγρού ελαιοπυρήνα σε ξηραντήρα μειώνει την περιεκτικότητα σε νερό (υγρασία) κατά 10 έως 15%. Το προϊόν που λαμβάνεται είναι μια σκόνη που περιέχει όλα τα τμήματα του ελαιοκάρπου μετά την πίεση, όπως επιδερμίδα, πυρήνες, κλπ. Ο ξηρός ελαιοπυρήνας μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία με οργανικούς διαλύτες (πχ εξάνιο) προκειμένου να ληφθεί το πυρηνέλαιο. Οι δαπάνες παραγωγής 1 Lt πυρηνελαίου από τη διαδικασία ξήρανσης είναι χαμηλότερες από 0,2 €. Εναλλακτικά, ο υγρός ελαιοπυρήνας θα μπορούσε να είναι υποβληθεί σε απόσταξη υπό κενό προκειμένου να απομακρυνθεί η υγρασία και ταυτόχρονα να παραληφθεί το πυρηνέλαιο (www.tdcolive.com).

6.3.2 Βιολογική επεξεργασία

6.3.2.1 Άρδευση/ή διασπορά σε αγροτεμάχια (Irrigation of agricultural land/Land spreading)

Η άρδευση είναι η διαδικασία όπου τα ΥΑΕ διασπείρονται στα αγροτεμάχια και ιδιαίτερα στα ελαιοτεμάχια προκειμένου να εφοδιαστεί το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία και νερό. Τα ΥΑΕ μπορούν να διηθηθεί μέσα στο έδαφος, το οποίο δρα σαν βιολογικό φίλτρο, εξουδετερώνοντας τις ουσίες που βρίσκονται στα ΥΑΕ.

Η άμεση άρδευση του εδάφους με ακατέργαστα ΥΑΕ για οικονομία νερού και λίπασματων έχει προταθεί από καιρό (Morisot, 1979 Morisot και Tournier, 1986, Fiestas 1986b), χρησιμοποιώντας δόσεις λιγότερο από 800 m³ ανά εκτάριο. Οι μέσες, φυσιολογικές δόσεις από ΥΑΕ είχαν ευεργετικά αποτελέσματα, καθώς αυξήθηκε η εδαφική γονιμότητα, ο μικροβιακός πληθυσμός, η δομή του εδάφους και σε μερικές περιπτώσεις η απόδοση των καλλιεργειών.

Η διασπορά των ΥΑΕ στο έδαφος έχει το μειονέκτημα ότι δεν μπορεί να εφαρμοσθεί για

χρονικό διάστημα πέρα των δύο ετών στο ίδιο έδαφος, λόγω του σχηματισμού ενός αδιαπέρατου ελαιώδους στρώματος, το οποίο παρεμποδίζει τον αερισμό του εδάφους. Αυτό το πρόβλημα έχει λυθεί εν μέρει με μια βελτιωμένη διαδικασία για τον καθαρισμό των ΥΑΕ, με την ξήρανση και με ετήσια επεξεργασία του εδάφους μετά την άρδευση και τη διήθηση των ΥΑΕ (ES2041220, 1994). Η διαδικασία περιλαμβάνει τη διήθηση των στερεών υπολειμμάτων στο έδαφος σε επιθυμητό βάθος μέσω της άρδευσης η οποία που ακολουθείται από τη φυσική ξήρανση. Στην περίπτωση των ΥΑΕ, ακολουθούν μια ή περισσότερες αρδεύσεις με καθαρό νερό. Η διαδικασία πραγματοποιείται σε ελεγχόμενες εκτάσεις διήθησης που διαιρούνται κατά το ήμισυ, όπου στο κάθε μισό πραγματοποιείται διαδοχικά η άρδευση, και η ξήρανση. Πρίν την ετήσια διήθηση, το υπέδαφος πρέπει να είναι καλλιεργημένο, και μετά από κάθε κύκλο η επιφάνεια του εδάφους αναμοχλεύεται.

Αν και η εφαρμογή των ΥΑΕ στο έδαφος σε κατάλληλες δόσεις και χρόνους έχει αναφερθεί ότι είναι ευεργετική (Fiestas, 1986b Garcia- Ortiz κ.α., 1993) αυτή η πρακτική δεν είναι πολύ δημοφιλής. Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει καμία ανάγκη για άρδευση κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν τα ελαιουργεία είναι σε λειτουργία. Το κύριο μειονέκτημά της παραπάνω μεθόδου είναι η υψηλή αλατότητα των ΥΑΕ, και το χαμηλό pH, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν πολύ υψηλή συγκέντρωση των αλάτων καθώς και αύξηση της οξύτητας στο έδαφος. Άλλα μειονεκτήματα περιλαμβάνουν τη διασπορά στο περιβάλλον ουσιών με άσχημη μυρωδιά και ενδεχομένως παθογόνες. Εκτός αυτού, η αφθονία πολυφαινολών στα ΥΑΕ μπορεί να προκαλέσει φυτοτοξικότητα στις ρίζες των φυτών.

Γενικά, η διασπορά στο έδαφος ΥΑΕ δεν είναι παγκοσμίως εφικτή και περιορίζεται στις περιπτώσεις όπου υπάρχει κατάλληλο έδαφος (χαμηλής διαπερατότητας) σε σχετικά μικρή ακτίνα από τα ελαιουργεία (Χατζηπαυλίδης Γ.Ι.,(1999).

6.3.2.2 Κομποστοποίηση (Composting)

Η κομποστοποίηση είναι μια ελεγχόμενη βιοξειδωτική διαδικασία όπου περιλαμβάνει ένα ετερογενές οργανικό υπόστρωμα σε στερεά φάση, το οποίο εξελίσσεται μέσω ενός θερμοφίλου σταδίου με προσωρινή απελευθέρωση φυτοτοξινών, που οδηγούν στην παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα, νερού, ορυκτών αλάτων και σταθερών αποβλήτων που περιέχουν χουμικές ενώσεις. Η κομποστοποίηση των στερεών αποβλήτων ή/και των υγρών αποβλήτων έχει εξεταστεί ως ένας ενδεχόμενος τρόπος επεξεργασίας αυτών των αποβλήτων (Vlyssides κ.α., 1999 HR20010028, 2002). Με τη χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου, είναι δυνατό να επεξεργαστούν είτε νωπά ΥΑΕ είτε αποθηκευμένα σε λίμνες λάσπη από ΥΑΕ που είναι αναμεμιγμένα με τα κατάλληλα απόβλητα εργοστασίων (μεταφορείς), σε οργανικά λιπάσματα (composts) χωρίς φυτοτοξικότητα προκειμένου

να βελτιωθεί η εδαφική γονιμότητα και η παραγωγικότητα των φυτών. Η κομποστοποίηση για να λειτουργήσει πρέπει να προστεθεί ένα μίγμα στερεών με γεωργικά απόβλητα, βασικά ως άχυρο δημητριακών, πριονίδι ή τα υπόλοιπα στερεά απόβλητα από τα ελαιουργεία.(Niaounakis M. & Halvadakis C.P.,2004).

6.3.2.3 Αναερόβια ζύμωση/χώνευση (Anaerobic fermentation/digestion)

Η αναερόβια χώνευση των στερεών αποβλήτων είναι μια διαδικασία που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη διαχείριση των αποβλήτων και αποτελεί μια ευρέως εφαρμοσμένη τεχνολογία.

Μια τεχνολογική λύση είναι η ρύθμιση της υδατοπεριεκτικότητας των αποβλήτων σε 90% τουλάχιστον (υγρή ζύμωση) και η επεξεργασία τους σε μικτό βιολογικό αντιδραστήρα (που χρησιμοποιείται επίσης και για τα υγρά απόβλητα). Η δεύτερη λύση είναι η επεξεργασία των αποβλήτων, με περιεκτικότητα νερού 60–70%, σε βιο-αντιδραστήρα σταθερής κλίνης.

Το πρώτο στάδιο στην αναερόβια επεξεργασία είναι η οξίνιση, όπου λαμβάνει χώρα υδρόλυση των οργανικών ουσιών. Το δεύτερο στάδιο που είναι αυστηρά αναερόβιο είναι ο σχηματισμός του μεθανίου. Υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογικές προσεγγίσεις: τα δύο στάδια μπορεί να πραγματοποιηθούν σε έναν αντιδραστήρα (διαδικασία ενός σταδίου, one step process) ή σε δύο χωριστούς αντιδραστήρες (διαδικασία δύο σταδίων, two step process). Ποσοστό 40–50% περίπου της οργανικής ουσίας μετατρέπεται σε βιοαέριο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Το κύριο μειονέκτημα είναι η παραγωγή λάσπης (ιλύος) χαμηλής αξίας.

Η ζύμωση στερεών υποπροϊόντων (solid state fermentation) είναι μια επεξεργασία κατά την οποία ο ελαιοπυρήνας χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη διάφορων μικροοργανισμών (μύκητες, ζύμες και βακτήρια). Δυστυχώς, η αναερόβια επεξεργασία δεν είναι η καταλληλότερη μέθοδος για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Αυτό οφείλεται στη χαμηλή περιεκτικότητα νερού των στερεών αποβλήτων που προκαλεί προβλήματα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, ιδιαίτερα αποβλήματα αποφράξεων. Ένας άλλος λόγος είναι το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την έναρξη της διαδικασίας (starting-up time), ιδιαίτερα μετά από μια μεγάλη περίοδο παύσης λειτουργίας της μονάδας. Επιπλέον, η μέθοδος απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία, όπως προσθήκη ύδατος, που οδηγεί σε αύξηση των λειτουργικών δαπανών. Η εμπειρία από το παρελθόν δείχνει ότι η αναερόβια ζύμωση/χώνευση είναι μη οικονομικά συμφέρουσα μέθοδος επεξεργασίας (www.tdcolive.com).

6.3.3 Θερμική επεξεργασία

6.3.3.1 Πυρόλυση (Pyrolysis)

Η χρήση θερμότητας για την αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων, απουσία O_2 , καλείται πυρόλυση. Αυτή η διαδικασία εφαρμόζεται σπάνια και μετατρέπει οποιοδήποτε υλικό που περιέχει άνθρακα σε ένα συνθετικό αέριο (syngas) που αποτελείται κυρίως από μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Απόβλητα με υψηλή θερμοϊδική αξία που μπορούν να απελευθερώσουν μεγάλο ποσό θερμότητας είναι τα πιο κατάλληλα για αυτήν την μέθοδο. Το συνθετικό αέριο (syngas) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ατμού ή ως βασικό χημικό αντιδραστήριο. Τα απόβλητα τροφοδοτούνται στον εξαερωτή ως ξηρά ή υδαρή απόβλητα και αντιδρούν με ατμό κάτω από απουσία οξυγόνου, σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Τα προϊόντα αυτής της διαδικασίας είναι, εκτός από το συνθετικό αέριο, συμπυκνωμένο νερό, καθώς επίσης και στερεά και υγρά υπολείμματα.

Το συνθετικό αέριο (syngas) εκτός από τη χρήση του για παραγωγή ενέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μίας σειράς προϊόντων όπως καύσιμα, λιπαντικά πίσσας, χημικές ουσίες και βιομηχανικά αέρια. Μερικά μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η δημιουργία υγρών και στερεών υπολειμμάτων καθώς επίσης και μεγάλες ποσότητες συμπυκνωμένου νερού που απαιτεί περαιτέρω διαχείριση.

Η πυρόλυση εφαρμόζεται με επιτυχία στο ξύλο, στην κυτταρίνη, στην αποξηραμένη λάσπη (ιλύ), στα απόβλητα φρούτων και λαχανικών με περιεκτικότητα νερού περίπου 5% (www.tdcoive.com).

6.3.3.2 Αεριοποίηση (Gasification)

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 (fluidised) και ενός κινούμενου συστήματος (moving system). Η διάταξη του εξαερωτή (gasifier) περιλαμβάνει διάφορες ζώνες αντίδρασης. Στο κατώτατο 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. Στο ανώτερο τμήμα του εξαερωτή υπάρχει μια κινούμενη κλίνη, στην οποία δεν πραγματοποιείται καύση αλλά μια σειρά ενδόθερμων αεριοποιήσεων. Η μέθοδος βασίζεται στο γεγονός ότι το αέριο που φθάνει στο ανώτερο τμήμα του εξαερωτή περιέχει χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου και έχει υψηλή θερμοκρασία 800-850°C. Το αποτέλεσμα είναι ότι η διαδικασία αεριοποίησης μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο στο ανώτερο τμήμα του εξαερωτή.

Οι μεταβλητές λειτουργίας είναι η θερμοκρασία, η αναλογία αέρα/νερού που επηρεάζει τη σύνθεση του παραγόμενου αερίου και τη θερμαντική ισχύ. Η απόδοση της αεριοποίησης είναι: ποσοστό 50% των στερεών καίγονται και το υπόλοιπο αεριοποιείται.

Η τυπική σύνθεση του παραγόμενου αερίου είναι: 7% - 10% H₂, 2,5% - 6% CH₄, 6% - 18% CO, 0,06% - 1,6% C₂H₄ και 64% -84% CO₂, N₂, H₂O (www.tdcolive.com).

6.3.3.3 Αποτέφρωση (Incineration)

Τα απόβλητα μπορεί να καούν σε ελεγχόμενες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων ή σε λιγότερο ελεγχόμενους φούρνους καύσης. Τα απόβλητα χρησιμοποιούνται ως καύσιμο υλικό, από το οποίο μπορεί να ανακτηθεί θερμότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, από 1 τόνο επεξεργασμένων αποβλήτων ελιών μπορεί να παραχθεί 400.000 kcal (≈465kWh). Η τέφρα που απομένει μετά την επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως πηγή ανόργανων αλάτων, μια πρακτική που δεν επιτρέπεται σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ. Η μέθοδος της αποτέφρωσης υπόκειται σε αυστηρή περιβαλλοντική νομοθεσία. Η Οδηγία 2000/76 για την αποτέφρωση των αποβλήτων τέθηκε σε ισχύ για να εμποδίσει ή να περιορίσει όσο το δυνατό περισσότερο τις αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον, με έμφαση στη ρύπανση του αέρα, του εδάφους, των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, με τους επακόλουθους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Ο στόχος αυτός θα επιτευχθεί με τη θέσπιση οριακών τιμών εκπομπής για τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συν-αποτέφρωσης (co-incineration) αποβλήτων εντός της Κοινότητας και επίσης μέσω της εφαρμογής της Οδηγίας 75/442/ΕΟΚ που καλύπτει τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συν-αποτέφρωσης.

Τα περισσότερα απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων δεν προσφέρονται για αποτέφρωση και καύση λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία. Εάν το ενεργειακό περιεχόμενο των αποβλήτων είναι χαμηλό απαιτείται περαιτέρω απομάκρυνση νερού ή προσθήκη καύσιμου υλικού προκειμένου να υποστηριχθεί η διαδικασία της αποτέφρωσης. Οι εγκαταστάσεις αποτέφρωσης βιομηχανικών αποβλήτων απαιτούν ειδικές συσκευές για την επεξεργασία αερίων και της τέφρας που παράγονται. Η μέθοδος της αποτέφρωσης δεν έχει βρει ευρεία εφαρμογή γιατί τα απόβλητα διατίθενται χωρίς αξιοποίηση, η ενεργειακή ανάκτηση είναι χαμηλή και η τέφρα απορρίπτεται (www.tdcolive.com).

6.3.4 Απόθεση

6.3.4.1 Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής (Land filling)

Η κομποστοποίηση είναι η καλύτερη εναλλακτική λύση για την επεξεργασία στερεών αποβλήτων από τις αγρο-διατροφικές βιομηχανίες. Τα υπολείμματα που δεν μπορεί να ανακυκλωθούν, να

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

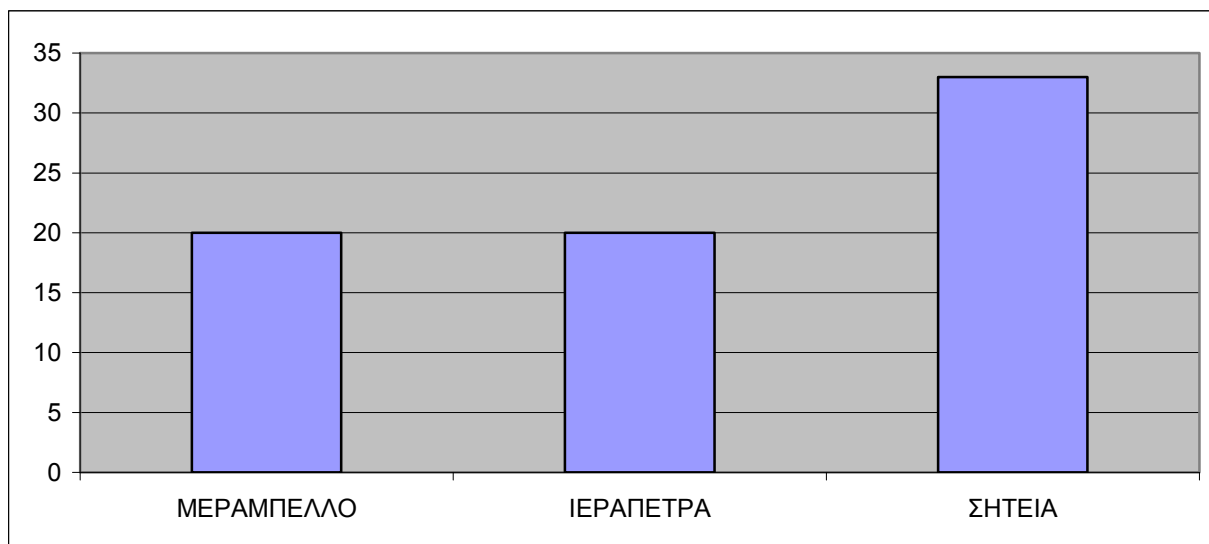
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

7.1 Γενικά

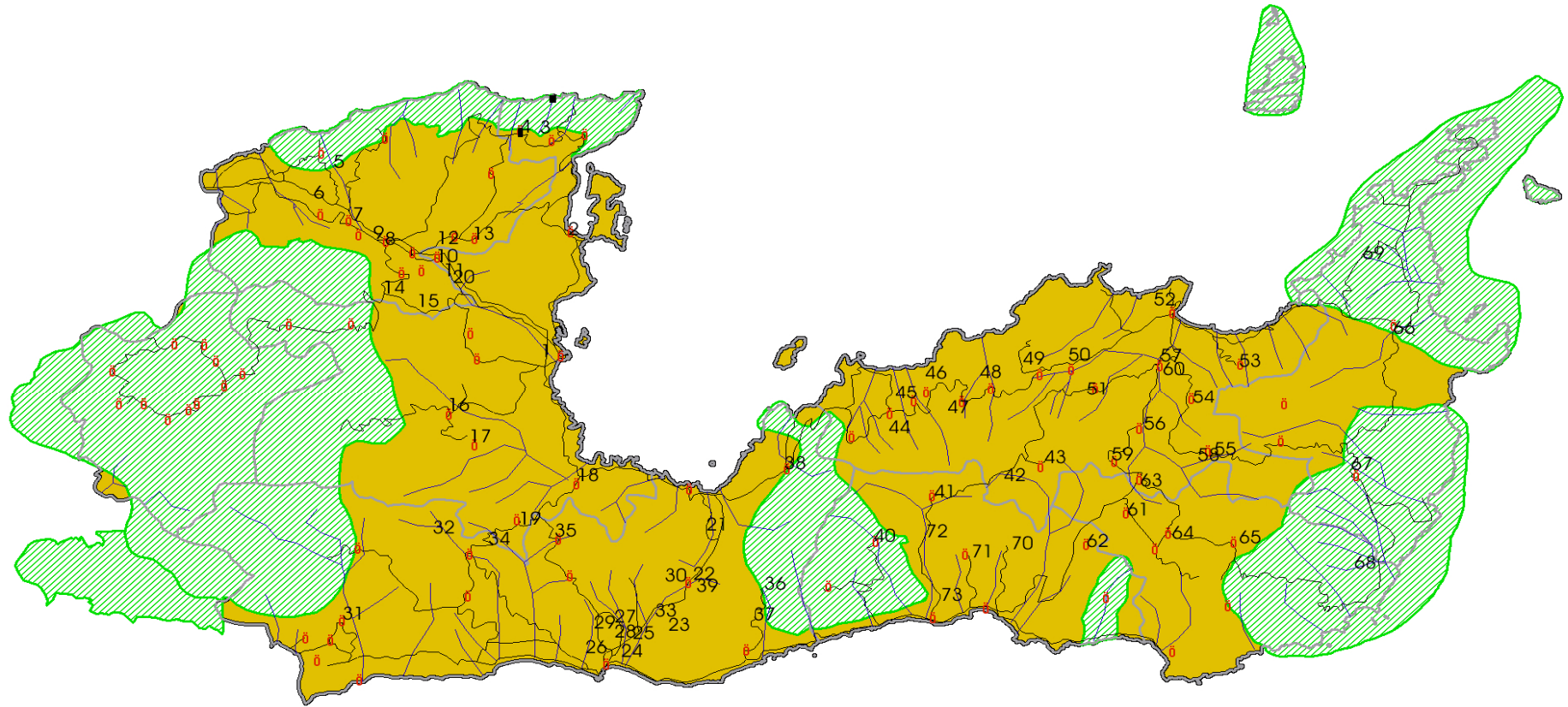
Σήμερα στο Νομό Λασιθίου υπάρχουν περί τα 73 ελαιουργεία, λειτουργούν τα 72 (το ελαιουργείο του Οικονόμου Ιωάννη στο Κατσιδώνι Σητείας αναμένεται να λειτουργήσει την επόμενη ελαιοκομική περίοδο), ενώ το κλασικό ελαιουργείο του βιοκαλλιεργητή Αγγελάκη Γεώργιου στην Κάτω Επισκοπή Σητείας χρησιμοποιείται μόνο για τη δική του παραγωγή. Τη συντριπτική πλειοψηφία των ελαιουργείων αποτελούν τα φυγοκεντρικά τριών φάσεων (72), ενώ υπάρχει και ένα κλασικό.


Σε γενικές γραμμές η χωροθέτηση των ελαιουργείων είναι διάσπαρτη, σχεδόν κάθε χωριό έχει και το «δικό» του ελαιουργείο, το οποίο εξυπηρετεί τους ελαιοπαραγωγούς της ευρύτερης περιοχής. Από τα 73 ελαιουργεία τα 33 βρίσκονται στην επαρχία Σητείας, τα 20 στην επαρχία Ιεράπετρας και τα υπόλοιπα 20 στην επαρχία Μεραμπέλλου (Σχ. 7.1 και 7.2)

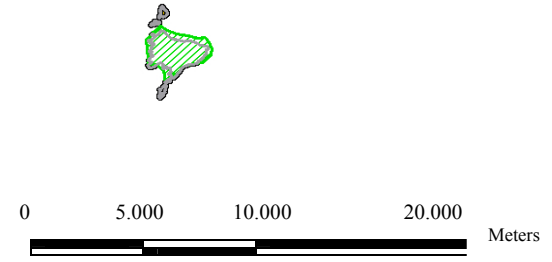


Σχ. 7.1 Κατανομή των ελαιουργείων ανά επαρχία στο Νομό Λασιθίου.

Σχ.7.2 Χωροθέτηση ελαιουργείων στο Νομό Λασιθίου



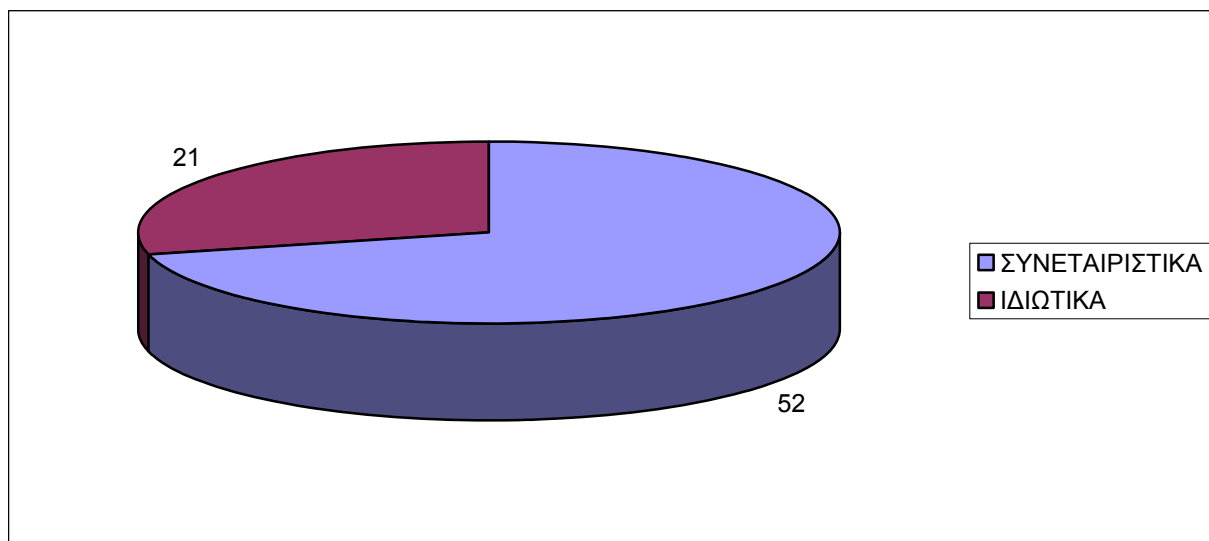
ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
ΔΡΟΜΟΙ	—
ΠΟΤΑΜΙΑ	—
NATURA	
ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΙ



αα	ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑ	α.α	ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑ
1	ΑΠΟΛΛΩΝ ΚΑΡΣ Ε.Π.Ε.	38	Α.Σ. ΚΑΒΟΥΣΙΟΥ
2	Α.Σ. ΕΛΟΥΝΤΑΣ	39	Α.Σ. ΠΑΝΩ ΧΩΡΙΟΥ
3	ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ ΕΜΜ.	40	Α.Σ. ΟΡΕΙΝΟΥ
4	ΣΤΕΦΑΝΑΚΗΣ Ν. ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	41	Α.Σ. ΧΡΥΣΟΠΗΓΗΣ
5	ΑΝΔΡΟΥΛΑΚΗ ΕΛΕΝΗ	42	Α.Σ. ΔΑΦΝΗΣ
6	Α.Σ. ΒΡΑΧΑΣΙΟΥ	43	Α.Σ. ΚΡΥΩΝ
7	Α.Σ. ΛΑΤΣΙΔΑΣ	44	Α.Σ. ΣΦΑΚΑΣ
8	ΠΑΤΕΡΑΚΗΣ ΔΗΜ. & ΥΙΟΣ Ο.Ε.	45	Α.Σ. ΤΟΥΡΛΩΤΗΣ
9	ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ ΕΜΜ. Α.Ε.	46	Α.Σ. ΜΥΡΣΙΝΗΣ
10	Α.Σ. ΛΙΜΝΩΝ	47	Α.Σ. ΜΕΣΑ ΜΟΥΛΙΑΝΩΝ
11	ΚΟΚΟΛΑΚΗΣ ΔΗΜ. ΥΙΟΙ Ο.Ε.	48	Α.Σ. ΕΞΩ ΜΟΥΛΙΑΝΩΝ
12	Α.Σ. ΚΑΣΤΕΛΙΟΥ	49	Α.Σ. ΧΑΜΕΖΙΟΥ
13	Α.Σ. ΦΟΥΡΝΗΣ	50	Α.Σ. ΣΚΟΠΗΣ
14	Α.Σ. ΒΡΥΣΣΩΝ	51	Α.Σ. ΑΧΛΑΔΙΩΝ
15	ΑΦΟΙ ΣΤΑΥΡΑΚΑΚΗ Ο.Ε.	52	Α.Σ. ΣΗΤΕΙΑΣ
16	Α.Σ. ΚΡΙΤΣΑΣ	53	Α.Σ. ΡΟΥΣΣΑΣ ΕΚΚΛΗΣΙΑΣ
17	Α.Σ. ΚΡΟΥΣΤΑ	54	Α.Σ. ΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΥ
18	Α.Σ. ΚΑΛΟΥ ΧΩΡΙΟΥ	55	Α.Σ. ΚΑΤΣΙΔΩΝΙΟΥ
19	Α.Σ. ΠΡΙΝΑΣ	56	ΑΕΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
20	ΚΑΛΛΙΤΣΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ	57	ΚΑΠΑΝΤΑΪΔΑΚΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ
21	Α.Σ. ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ	58	ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ
22	Α.Σ. ΚΑΤΩ ΧΩΡΙΟΥ	59	Α.Σ. ΠΑΝΩ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ
23	Α.Σ. ΒΑΪΝΙΑΣ	60	ΑΓΓΕΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
24	ΣΜΑΡΙΑΝΑΚΗΣ ΕΜΜ. «Ο ΜΠΕΗΣ»	61	Α.Σ. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΑΔΩΝ
25	ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΕΜΜ.-ΚΟΙΝΑΣ ΕΜΜ Ο.Ε.Ε	62	Α.Σ. ΛΙΘΙΝΩΝ
26	ΝΙΚΟΛΑΡΑΚΗΣ Γ. & ΣΙΑ Ο.Ε.	63	Α.Σ. ΠΡΑΙΣΣΟΥ
27	ΛΕΛΕΚΑΚΗΣ ΕΜΜ.	64	Α.Σ. ΧΑΝΤΡΑ
28	ΑΓΡ. ΣΥΝ/ΜΟΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ Α	65	Α.Σ. ΖΗΡΟΥ
29	ΑΓΡ. ΣΥΝ/ΜΟΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΑ	66	Α.Σ. ΠΑΛΑΙΚΑΣΤΡΟΥ
30	ΠΕΡΒΟΛΑΡΑΚΗΣ ΜΙΧ.	67	‘ΑΚΡΟΝ ΣΗΤΕΙΑΣ’ ΤΣΑΝΤΑΚΗΣ Δ. Ι. Ο.Ε.
31	ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΕΜΜ. ΖΕΡΒΑΚΗΣ	68	ΑΓΡ. ΣΥΝ/ΜΟΣ ΖΑΚΡΟΥ
32	Α.Σ. ΜΑΛΛΩΝ	69	ΒΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΕΣ ΣΗΤΕΙΑΣ Α.Ε.
33	Α.Σ. ΚΕΝΤΡΙΟΥ	70	ΔΗΜ.ΕΠΙΧ/ΣΗ ΔΗΜΟΥ ΛΕΥΚΗΣ
34	Α.Σ. ΚΑΛΑΜΑΥΚΑΣ	71	Α.Σ. ΑΓΙΟΥ ΣΤΕΦΑΝΟΥ
35	Α.Σ. ΜΕΣΣΕΛΕΡΩΝ	72	Α.Σ. ΣΤΑΥΡΟΧΩΡΙΟΥ
36	Α.Σ. ΣΚΙΝΟΚΑΨΑΛΩΝ	73	Α.Σ. ΚΟΥΤΣΟΥΡΑΣ «ΦΟΙΝΙΚΑΣ»
37	Α.Σ. ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ		

Υπόμνημα: Αριθμητική κατανομή ελαιουργείων στο χάρτη

Επιπλέον από τα 73 ελαιουργεία τα 52 είναι συνεταιριστικά και τα 21 είναι ιδιωτικά (Σχ. 7.3).



Σχ.7.3 Ιδιοκτησιακό καθεστώς των ελαιουργείων στο Νομό Λασιθίου.

Αναλυτικά τα ελαιουργεία κατά επαρχίες στο Νομό Λασιθίου καταγράφονται στους Πίνακες 1, 2, και 3.

ΕΠΑΡΧΙΑ ΣΗΤΕΙΑΣ			
Α/Α	ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΑ	ΕΔΡΑ	ΤΥΠΟΣ
1	Αγρ. Συν/μός Αγίου Στεφάνου	Αγίου Στέφανος	ΦΥΓ/3Φ
2	Αγρ. Συν/μός Αχλαδίων	Αχλάδια	ΦΥΓ/3Φ
3	Αγρ. Συν/μός Δάφνης	Δάφνη	ΦΥΓ/3Φ
4	Αγρ. Συν/μός Έξω Μουλιανών	Έξω Μουλιανά	ΦΥΓ/3Φ
5	Αγρ. Συν/μός Επάνω Επισκοπής	Επάνω Επισκοπή	ΦΥΓ/3Φ
6	Αγρ. Συν/μός Ζάκρου	Ζάκρος	ΦΥΓ/3Φ
7	Αγρ. Συν/μός Ζήρου	Ζήρος	ΦΥΓ/3Φ
8	Αγρ. Συν/μός Κατσιδωνίου	Κατσιδώνι	ΦΥΓ/3Φ
9	Αγρ. Συν/μός Κουτσουρά «Φοίνικας»	Κουτσουράς	ΦΥΓ/3Φ
10	Αγρ. Συν/μός Κρυών	Κρυά	ΦΥΓ/3Φ
11	Αγρ. Συν/μός Λιθινών	Λιθίνες	ΦΥΓ/3Φ
12	Αγρ. Συν/μός Μέσα Μουλιανά	Μέσα Μουλιανά	ΦΥΓ/3Φ
13	Αγρ. Συν/μός Μυρσίνης	Μυρσίνη	ΦΥΓ/3Φ
14	Αγρ. Συν/μός Παλαικάστρου	Παλαίκαστρο	ΦΥΓ/3Φ
15	Αγρ. Συν/μός Παπαγιαννάδων	Παπαγιαννάδες	ΦΥΓ/3Φ
16	Αγρ. Συν/μός Πεύκων	Πεύκοι	ΦΥΓ/3Φ
17	Αγρ. Συν/μός Πραισσού	Πραισσός	ΦΥΓ/3Φ
18	Αγρ. Συν/μός Ρούσσας Εκκλησιάς	Ρούσσα Εκκλησιά	ΦΥΓ/3Φ
19	Αγρ. Συν/μός Σκοπής	Σκοπή	ΦΥΓ/3Φ
20	Αγρ. Συν/μός Σταυροχωρίου	Σταυροχώρι	ΦΥΓ/3Φ
21	Αγρ. Συν/μός Σταυρωμένου	Σταυρωμένος	ΦΥΓ/3Φ
22	Αγρ. Σταφιδικός Συν/μος Σητείας	Σητεία	ΦΥΓ/3Φ
23	Αγρ. Συν/μός Σφάκας	Σφάκα	ΦΥΓ/3Φ

24	Αγρ. Συν/μός Τουρλωτής	Τουρλωτή	ΦΥΓ/3Φ
25	Αγρ. Συν/μός Χαμεζίου	Χαμέζι	ΦΥΓ/3Φ
26	Δημοτική Επιχ/ση Πολιτιστικής Ανάπτυξης Δήμου Λεύκης	Χανδράς	ΦΥΓ/3Φ
27	Αγρ. Συν/μός Χρυσοπηγής	Χρυσοπηγή	ΦΥΓ/3Φ
28	Αγγελάκης Γεώργιος	Κ. Επισκοπή	ΚΛΑΣ
29	Αεράκης Νικόλαος	Μαρωνιά	ΦΥΓ/3Φ
30	Βιοκαλλιεργητές Σητείας Α.Ε. « BIOSITIA SA»	Μονή Τοπλού	ΦΥΓ/3Φ
31	Οικονόμου Ιωάννης	Κατσιδώνι	ΦΥΓ/ΚΛΑΣ
32	Καπανταϊδάκης Σταύρος	Κ. Επισκοπή	ΦΥΓ/3Φ
33	‘ΑΚΡΟΝ ΣΗΤΕΙΑΣ’ Τσαντάκης Δ. Ιωάννης Ο.Ε.	Λαγκάδα	ΦΥΓ/3Φ

Πίνακας 7.1 Τα ελαιουργεία της Επαρχίας Σητείας.

ΕΠΑΡΧΙΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ			
Α/Α	ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΑ	ΕΔΡΑ	ΤΥΠΟΣ
34	Αγρ. Συν/μός Αγίου Ιωάννη	Αγ. Ιωάννης	ΦΥΓ/3Φ
35	Αγρ. Ελαιοκ. Συν/μός Βαϊνιάς	Βαϊνιά	ΦΥΓ/3Φ
36	Αγρ. Συν/μός Βασιλικής	Βασιλική	ΦΥΓ/3Φ
37	Αγρ. Συν/μός Ιεράπετρας Α	Ιεράπετρα	ΦΥΓ/3Φ
38	Αγρ. Συν/μός Ιεράπετρας Δήμητρα	Ιεράπετρα	ΦΥΓ/3Φ
39	Αγρ. Συν/μός Καβουσίου	Καβούσι	ΦΥΓ/3Φ
40	Αγρ. Συν/μός Καλαμαύκας	Καλαμαύκα	ΦΥΓ/3Φ
41	Αγρ. Ελαιοκ. Συν/μός Κ. Χωριού	Κ. Χωριό	ΦΥΓ/3Φ
42	Αγρ. Συν/μός Κεντριού	Κεντρί	ΦΥΓ/3Φ
43	Αγρ. Συν/μός Μαλλών	Μάλλες	ΦΥΓ/3Φ
44	Αγρ. Συν/μός Μεσελέρων	Μεσελέροι	ΦΥΓ/3Φ
45	Αγρ. Συν/μός Ορεινού	Ορεινό	ΦΥΓ/3Φ
46	Αγρ. Ελαιοκ. Συν/μός Π. Χωριού	Π. Χωριό	ΦΥΓ/3Φ
47	Αγρ. Συν/μός Σκινοκαψάλων	Σκινοκάψαλα	ΦΥΓ/3Φ
48	Γεώργιος Εμμ. Ζερβάκης	Μύθοι	ΦΥΓ/3Φ
49	Λελεκάκης Εμμ.	Ιεράπετρα	ΦΥΓ/3Φ
50	Νικολαράκης Γ. & ΣΙΑ Ο.Ε.	Ιεράπετρα	ΦΥΓ/3Φ
51	Παπαδάκης Εμμ.-Κοινάς Εμμ Ο.Ε.Ε	Ιεράπετρα	ΦΥΓ/3Φ
52	Περβολαράκης Μιχ.	Κ. Χωριό	ΦΥΓ/3Φ
53	Σμαριανάκης Εμμ. « Ο ΜΠΕΗΣ»	Ιεράπετρα	ΦΥΓ/3Φ

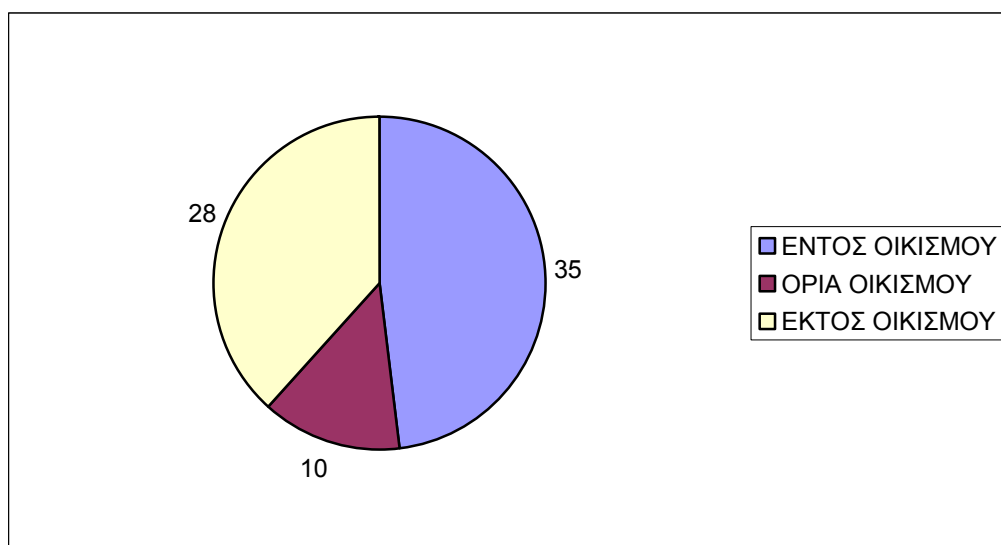
Πίνακας 7.2 Τα ελαιουργεία της Επαρχίας Ιεράπετρας.

ΕΠΑΡΧΙΑ ΜΕΡΑΜΠΕΛΛΟΥ			
Α/Α	ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΑ	ΕΔΡΑ	ΤΥΠΟΣ
54	Αγρ. Συν/μός Βραχασίου	Βραχάσι	ΦΥΓ/3Φ
55	Αγρ. Συν/μός Βρυσσών	Βρύσσεσ	ΦΥΓ/3Φ
56	Αγρ. Συν/μός Ελούντας	Ελούντα	ΦΥΓ/3Φ
57	Αγρ. Συν/μός Καλού Χωριού	Καλό Χωριό	ΦΥΓ/3Φ
58	Αγρ. Συν/μός Κριτσάς	Κριτσά	ΦΥΓ/3Φ
59	Αγρ. Συν/μός Κρούστα	Κρούστα	ΦΥΓ/3Φ

60	Αγρ. Συν/μός Λακωνίων	Λακόνια	ΦΥΓ/3Φ
61	Αγρ. Πιστωτ. Συν/μός Λατσίδας	Λατσίδα	ΦΥΓ/3Φ
62	Αγρ. Συν/μός Λιμνών	Λίμνες	ΦΥΓ/3Φ
63	Αγρ. Συν/μός Πρίνας	Πρίνα	ΦΥΓ/3Φ
64	Αγρ. Συν/μός Φουρνής	Φουρνή	ΦΥΓ/3Φ
65	ΑΠΟΛΛΩΝ ΚΑΡΣ Ε.Π.Ε.	Αγ. Νικόλαος	ΦΥΓ/3Φ
66	Ανδρουλάκη Ελένη	Μίλατος	ΦΥΓ/3Φ
67	Βασιλάκης Εμμ. Α.Ε.	Νεάπολη	ΦΥΓ/3Φ
68	Καλλίτσης Κων/νος	Χουμεριάκος	ΦΥΓ/3Φ
69	Κοκολάκης Δημ. Υιοί Ο.Ε.	Λίμνες	ΦΥΓ/3Φ
70	Πατεράκης Δημ. & Υιός Ο.Ε.	Νεάπολη	ΦΥΓ/3Φ
71	ΑΦΟΙ Σταυρακάκη Ο.Ε.	Αγ. Κων/νος	ΦΥΓ/3Φ
72	Στεφανάκης Ν. Χαράλαμπος	Σχοινιάς	ΦΥΓ/3Φ
73	Φραγκάκης Εμμ.	Σέλλες	ΦΥΓ/3Φ

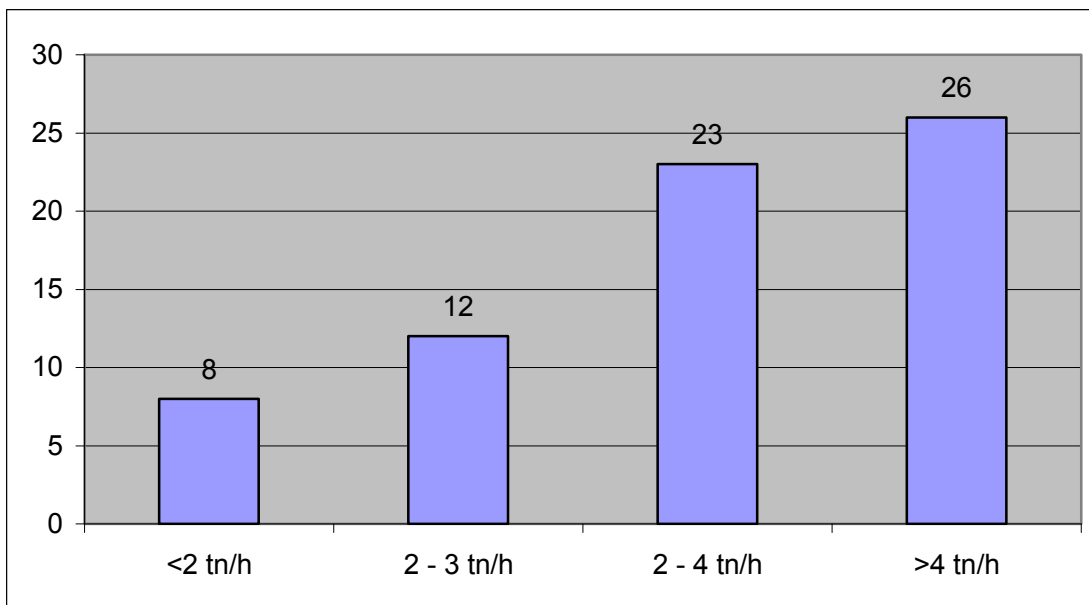
Πίνακας 7.3 Τα ελαιουργεία της Επαρχίας Μεραμπέλλου.

Αρκετά από τα ελαιουργεία λόγω του ότι κατασκευάστηκαν αρκετά χρόνια πριν, όπου δεν υπήρχε το αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο που υπάρχει σήμερα λειτουργούν εντός των οικισμών όπου δραστηριοποιούνται. Συγκεκριμένα από τα 73 ελαιουργεία τα 35 βρίσκονται εκτός οικισμού, τα 10 βρίσκονται στα όρια των οικισμών και τα 28 εντός οικισμού (Σχ. 7.4).



Σχ.7.4 Θέση των ελαιουργείων σε σχέση με τους οικισμούς.

Όσον αφορά τη δυναμικότητα (tn/h) των ελαιουργείων το μεγαλύτερο ποσοστό έχει δυναμικότητα άνω των 4tn ελαιοκάρπου/h (Σχ. 7.5). Επιπλέον όσον αφορά τα Decanter, περίπου το 50% των τριφασικών που λειτουργούν σήμερα έχουν τη δυνατότητα να μετραπούν σε διφασικά.



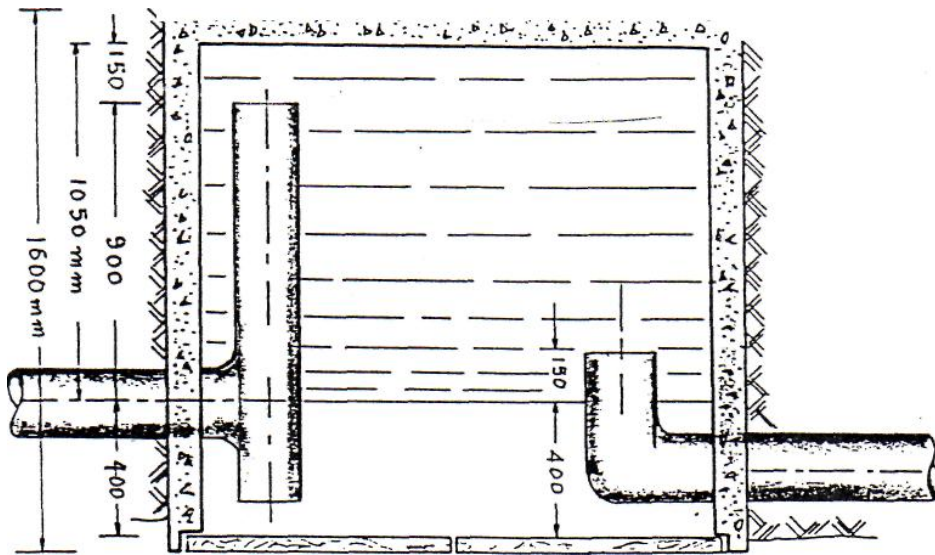
Σχ. 7.5 Κατανομή ελαιουργείων ανά δυναμικότητα στο Νομό Λασιθίου

7.2 Διαχείριση των αποβλήτων ελαιουργείων στο Νομό Λασιθίου

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι στο Νομό Λασιθίου υπάρχουν πολλά μικρά ελαιουργεία τα οποία είναι διάσπαρτα και λειτουργούν την χρονική περίοδο από αρχές Δεκεμβρίου έως τέλη Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου. Τα τελευταία χρόνια η ελαιοπαραγωγή στο Νομό φτάνει κατά μέσο όρο τους 20.000 – 21.000 τόνους κάτι που συνεπάγεται και ανάλογες ποσότητες αποβλήτων. Παλαιότερα σχεδόν το σύνολο των ελαιουργείων έριχναν τα απόβλητα τους στους χείμαρρους και στις ρεματιές ενώ η χωροθέτηση των εξατμισοδεξαμενών (όταν υπήρχαν) γινόταν χωρίς τις ανάλογες γεωλογικές και λοιπές τεχνικές μελέτες, κάτι που είχε ως συνέπεια τη δημιουργία πολλών περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως η μόλυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα αλλά και των επιφανειακών νερών αλλά και προβλημάτων για τη δημόσια Υγεία.

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω προβλήματα το τμήμα Υγειονομικού Ελέγχου της Δ/σης Δημόσιας Υγιεινής, οι Τεχνικές Υπηρεσίες Δήμων και Κοινοτήτων (Τ.Υ.Δ.Κ.) Λασιθίου, το τμήμα Προστασίας Περιβάλλοντος Πολεοδομίας Λασιθίου σε συνεργασία με τους Γεωλόγους των υπηρεσιών Εγγείων Βελτιώσεων Λασιθίου και Τεχνικών Υπηρεσιών εξέδωσαν την με αρ. Πρωτ. 30819/96 Απόφαση τους όπου καθορίζουν τους όρους και τις προϋποθέσεις λειτουργίας των ελαιουργείων και των δεξαμενών εξάτμισης των λυμάτων τους. Συγκεκριμένα μετά τις 29/7/1996 για να αδειοδοτηθεί ένα νέο ελαιουργείο ή για να ανανεωθεί η άδεια ενός παλαιότερου μετά από αλλαγή του ηλεκτρομηχανολογικού του εξοπλισμού θα πρέπει στο χώρο του ελαιουργείου να υπάρχουν:

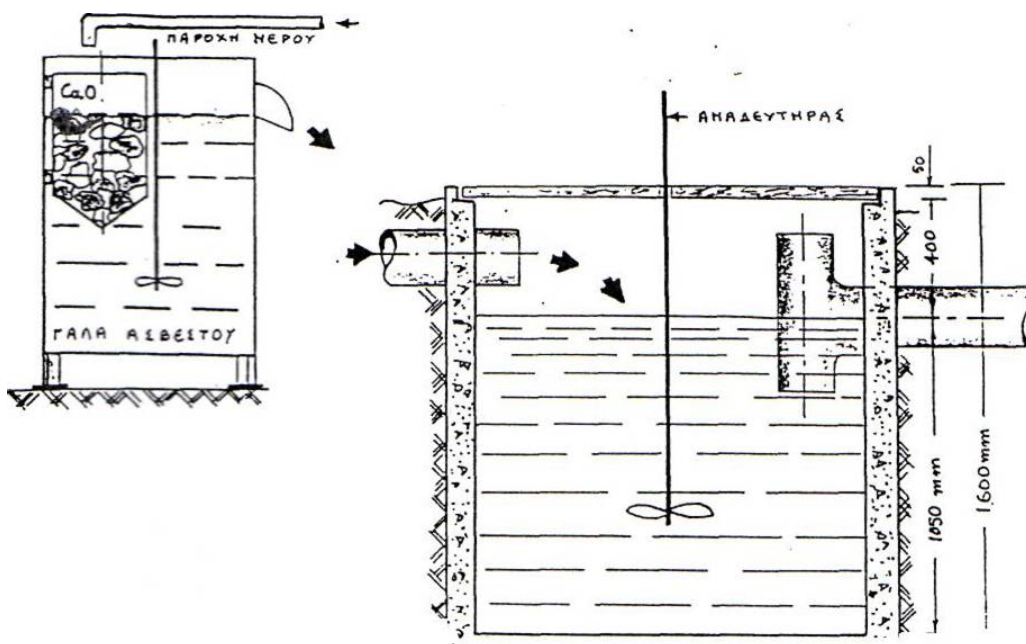
- Δεξαμενή λιποσυλλέκτη συγκράτησης ελαιωδών ουσιών (Σχ. 7.6).



Σχ. 7.6 Σχέδιο κατασκευής λιποσυλλέκτη.

Ο λιποσυλλέκτης είναι απαραίτητος γιατί πάντα υπάρχει μια διαφυγή του ελαιολάδου από τους διαχωριστήρες της τάξης του 3 – 5 ‰ . Η κατασκευή του είναι είτε από σκυρόδεμα με ισχυρή αντιδιαβρωτική επάλειψη είτε με τσιμεντοκονία.

- Δεξαμενή εξουδετέρωσης της οξύτητας με προσθήκη ασβέστη (Σχ. 7.7).



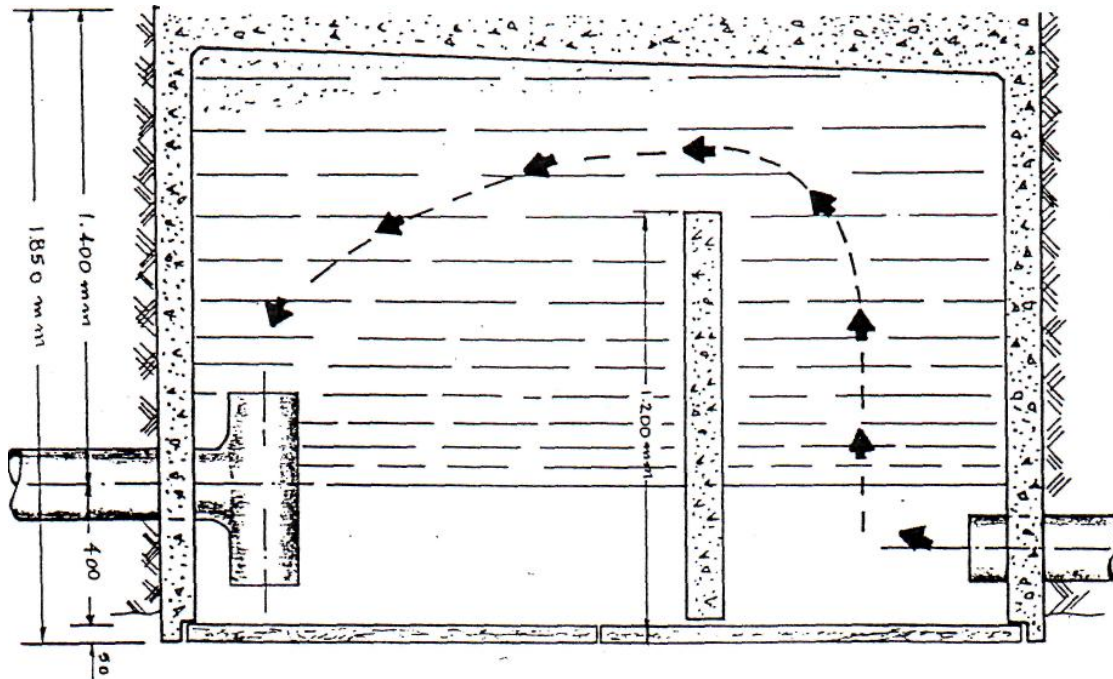
Σχ. 7.7 Σχέδιο δεξαμενών εξουδετέρωσης και παρασκευής ασβεστίου.

Στη δεξαμενή εξουδετέρωσης επιτυγχάνεται η εξουδετέρωση της οξύτητας των υγρών αποβλήτων με και κροκίδωση με υδράσβεστο, σε αναλογία περίπου 5kg CaO/tn ελαιοκαρπου, με συνεχή φυσική ή μηχανική ανάδευση για 30 – 60 λεπτά. Η δεξαμενές εξουδετέρωσης κατασκευάζονται με οπλισμένο σκυρόδεμα και με επάλειψη των τοιχωμάτων τους με ισχυρή τσιμεντοκονία ή άλλη αντιδιαβρωτική

ουσία.

Όσον αφορά τη δεξαμενή παρασκευής του διαλύματος ασβεστίου αυτή είναι συνήθως μεταλλική. Στο εσωτερικό της τοποθετείται αναδευτήρας για την ανάδευση του διαλύματος ενώ το με συνεχή ροή μικρής ποσότητας κρύου νερού διαλύεται το ασβέστιο το οποίο ξεχειλίζει και μεταφέρεται στη δεξαμενή χημικής κατεργασίας.

- Δεξαμενή καθίζησης στερεών και λασπών με χρόνο παραμονής τουλάχιστον 2 ώρες (Σχ. 7.8)



Σχ. 7.8 Σχέδιο δεξαμενής καθίζησης.

Στη δεξαμενή καθίζησης πραγματοποιείται μετά την εξουδετέρωση, η καθίζηση των στερεών, καθώς και άλλων οργανικών ενώσεων του ασβεστίου. Οι δεξαμενές αυτές κατασκευάζονται επίσης από σπλισμένο σκυρόδεμα με ισχυρή επάλειψη τσιμεντοκονίας ή με άλλη αντιδιαβρωτική ουσία.

Οι παραπάνω δεξαμενές καθαρίζονται περιοδικά από τα στερεά και τα οποία συνήθως αποτίθενται σε χώρους πλησίον των δεξαμενών εξάτμισης.

- Δεξαμενή εξάτμισης (Σχ.7.9)

Τα ΥΑΕ μεταφέρονται είτε με φυσική ροή όπου είναι δυνατό είτε με αντλίες στις δεξαμενές εξάτμισης. Οι δεξαμενές εξάτμισης έχουν χωρητικότητα ανάλογα με τη δυναμικότητα του ελαιουργείου, Συνήθως η επιφάνεια τους είναι μεγαλύτερη από 1000 – 1500m² ενώ το βάθος τους δεν υπερβαίνει το 1,00 με 1,20m. Οι διαστάσεις μιας εξατμισοδεξαμενής πρέπει να καθοριστούν αφού λυφθούν υπόψη διάφοροι παράμετροι όπως:

1. Η μέγιστη προβλεπόμενη παραγωγή ελαιοκάρπου ανά περίοδο.

2. Ο επιτρεπτός χρόνος παράτασης (διάρκειας) της εξάτμισης.
3. Η μέγιστη βροχόπτωση της περιοχής κατά μήνα (R).
4. Η ελάχιστη εξάτμιση της περιοχής κατά μήνα (E) που μπορεί να εκτιμηθεί (Hoare κ.α.,1974) από την εξάτμιση E_p (Class 'A' pan) με βάση την σχέση $E=0,8E_p$.

Η θέση τους πρέπει να είναι μακριά από κατοικημένες περιοχές, οπωσδήποτε 500m από τα όρια οικισμών (συνήθως είναι παραπάνω), σε σημαντική απόσταση από γεωτρήσεις και πηγάδια, να μην ορατά από εθνικούς δρόμους, και μακριά από αρχαιολογικούς



Σχ.7.9 Δεξαμενή εξάτμισης του ελαιουργείου Βασιλάκης Α.Ε.

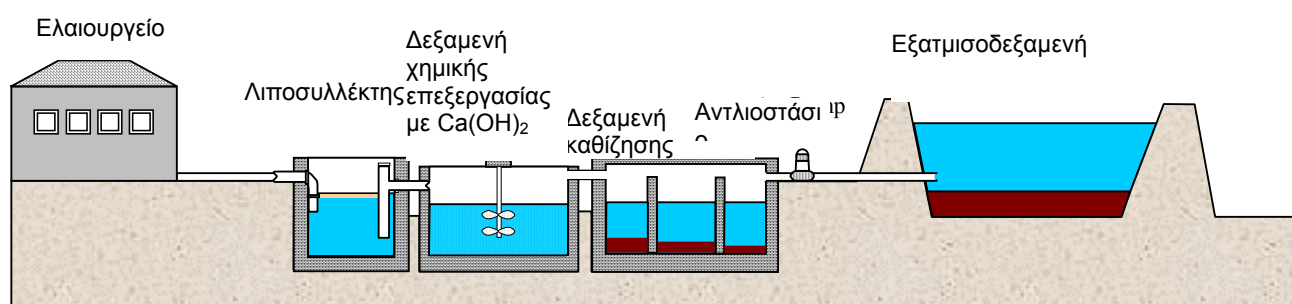
χώρους, τουριστικές περιοχές και περιοχές φυσικού κάλους. Επίσης οι δεξαμενές εξάτμισης θα πρέπει να κατασκευάζονται σε περιοχές όπου το έδαφος δεν είναι υδροπερατό. Σε περίπτωση όπου το έδαφος είναι υδροπερατό ο πυθμένας πρέπει να στεγανοποιείται με προσθήκη αργίλου ή άλλου υλικού (π.χ. ναύλον). Επίπλέον στην επιφάνεια των λυμάτων με ευθύνη του ιδιοκτήτη του ελαιουργείου διασκορπίζεται γάλα ή σκόνη ασβέστου με την οποία επιτυγχάνεται η εξουδετέρωση της οξύτητας των αποβλήτων, η γρηγορότερη καθίζηση και η αποφυγή έκλισης οσμών. Τέλος όλες οι δεξαμενές εξάτμισης, για λόγους ασφαλείας περιφράσσονται με δικτυοτό πλέγμα ύψους 1,5 m. Στο τέλος της ελαιοκομικής περιόδου και το ελαιουργείο διακόπτει την λειτουργία του, πρέπει απαραίτητα να καθαρίζεται ολόκληρο το σύστημα επεξεργασίας των λυμάτων

Στο Σχήμα 7.10 απεικονίζεται ένα τυπικό διάγραμμα ροής των ΥΑΕ που ακολουθούν τα ελαιουργεία στο Νομό Λασιθίου.

Όσον αφορά τα φύλλα των ελαιοδέντρων μετά την αποφύλλωση του ελαιόκαρπου χρησιμοποιούνται συνήθως ως ζωοτροφή ή ρίχνονται στα ελαιοτεμάχια ως χλωρή λίπανση ή καίγονται σε μικρές ποσότητες. Ο ελαιοπυρήνας που παράγεται παραδίνεται στα πυρηνελαιουργεία

ενώ το πυρηνόξυλο χρησιμοποιείται συνήθως από τα ίδια τα ελαιουργεία για την λειτουργία του καυστήρα.

Κάθε έτος για ένα χρονικό διάστημα πριν την έναρξη λειτουργίας των ελαιουργείων οι αρμόδιοι υπάλληλοι της Νομαρχίας Λασιθίου πραγματοποιούν ελέγχους στα ελαιουργεία και στις δεξαμενές εξάτμισης για να διαπιστώσουν την καταλληλότητα τους και αν τηρούνται όλα τα παραπάνω. Αναλυτικά η κοινή Απόφαση των συναρμόδιων υπηρεσιών για τις προϋποθέσεις λειτουργίας των ελαιουργείων παρατίθεται στο Παράρτημα 1.



Σχ.7.10 Τυπικό διάγραμμα ροής των ΥΑΕ στο Νομό Λασιθίου.

(Καπελλάκης Ι.Ε., Κ.Π. Τσαγκαράκης, Χ. Αβραμάκη, J.M. Crowther, Ν. Χυτήρης, Ε.Κ. Φαϊτάκη, Α.Ν. Αγγελάκης)

Αξίζει να αναφερθεί η κατασκευή από τον Αγροτικό Συνεταιρισμό Κουτσουρά μέσω προγράμματος LEADER μονάδας επεξεργασίας των αποβλήτων του ελαιουργείου του με τη διαδικασία της λιπασματοποίησης (χουμοποίησης).

Ο όρος composting όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιείται για να αποδώσει τη διαδικασία της βιολογικής αποδόμησης οργανικών υπολειμμάτων (αποβλήτων, υπολειμμάτων, απορριμμάτων) κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Η διεργασία είναι αερόβια και διέρχεται από στάδιο θερμόφιλης φάσης. Η χουμοποίηση διεξάγεται από μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούν το οργανικό υλικό για την επιβίωση και τον πολλαπλασιασμό τους, σε δύο φάσεις: στη *θερμόφιλη φάση* που χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη βακτηριακών πληθυσμών και γρήγορη καταστροφή του οργανικού φορτίου και στη *μεσόφιλη φάση* που πραγματοποιείται από μυκητιακούς πληθυσμούς με αργούς ρυθμούς καταστροφής. Στη δεύτερη φάση που αναφέρεται και ως ωρίμανση του υλικού παράγονται χουμικά οξέα, καταστρέφονται τυχόν τοξικές για το έδαφος ουσίες και παράγεται ένα σταθεροποιημένο υλικό που δεν ευνοεί την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.

Η εφαρμογή της χουμοποίησης επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ως στερεό υλικό το πυρηνόξυλο ή τα φύλλα ελιάς και διαβρέχοντας αυτά με τα υγρά απόβλητα ώστε να εξασφαλίζονται οι κατάλληλες συνθήκες για χουμοποίηση. Τότε μέσω αυτής της διαδικασίας μπορεί να γίνει εξάτμιση του υγρού περιεχομένου των αποβλήτων λόγω των θερμοκρασιών που αναπτύσσονται και συντήρηση της ίδιας της χουμοποίησης λόγω του οργανικού υποστρώματος των υγρών αποβλήτων.

ποσότητα ασβέστη. Επιπλέον η σωλήνα που μεταφέρει τα ΥΑΕ από το ελαιουργείο στις εξατμισοδεξαμενές πρέπει να είναι θαμμένες σε βάθος 80cm ώστε να μην εκτεθιμένες. Στις περισσότερες περιπτώσεις όμως κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει και οι σωλήνες είναι επιφανειακές και στις άκρες των αγροτικών δρόμων με συνέπεια κάποιες φορές να σπάνε είτε από χτυπήματα είτε γιατί είναι εκτεθιμένες στις συνθήκες του περιβάλλοντος και να έχουμε διαρροές με ότι αυτό συνεπάγεται για το περιβάλλον.

Όσον αφορά τις εξατμισοδεξαμενές, η μέθοδος της εξάτμισης ήταν ήδη γνωστή πολύ παλαιότερα (Leony, Fiestas, 1981). Σήμερα η χρήση της έχει γενικευτεί στο νομό ως απόρροια της συνεχώς αυξανόμενης πίεσης για περιορισμό της ρύπανσης, ιδίως στις τουριστικές περιοχές και της αναπόφευκτης βραδυπορίας που παρουσίασε η έρευνα να δώσει γρήγορα σε εφαρμογή τεχνολογία και τεχνολογία πρακτικά εφαρμόσιμη και ταυτόχρονα τεχνικοοικονομικά εφικτή. Ο Νομός Λασιθίου λόγω των ευνοϊκών κλιματολογικών συνθηκών (χαμηλή βροχόπτωση και υψηλή εξάτμιση) λειτούργησε υπέρ της λύσης αυτής.

Η ταχύτητα διάδοσης της μεθόδου και η εφαρμογή της χωρίς την πρέπουσα τεχνική μελέτη και καθοδήγηση, ιδιαίτερα τα παλαιότερα χρόνια, είχε δυσάρεστα αποτελέσματα. Τα κυριότερα προβλήματα είναι:

- **Κακή επιλογή των πετρωμάτων της θέσης κατασκευής της δεξαμενής.** Μερικές δεξαμενές παρουσιάζουν ανεπαρκή στεγανότητα (Σχ. 7.12).
- **Κακή επιλογή της θέσης της δεξαμενής σε σχέση με κατοικημένους χώρους.** Ύπαρξη όχλησης από δυσάρεστες οσμές σε ορισμένες ημέρες ή ώρες σε δεξαμενές που ήταν κοντά σε κατοικημένους χώρους (Σχ.7.13).
- **Κακή εκτίμηση των διαστάσεων της δεξαμενής.** Η επιφάνεια των δεξαμενών σε μερικές περιπτώσεις υποεκτιμήθηκε με συνέπεια να υπάρξει παράταση της περαίωσης της εξάτμισης σε εποχές που οι θερμοκρασίες και οι άνεμοι ευνοούν την πρόκληση δυσάρεστων οσμών.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των εξατμισοδεξαμενών είναι:

- Η ευκολία κατασκευής και συντήρησης.
- Το σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής σε σχέση με άλλες μεθόδους.

(Μιχαλάκης Ν., Βοζινάκης Κ.1995)



Σχ. 7.12 Κακή κατασκευή δεξαμενής σε υδροπερατά πετρώματα.



Σχ.7.13 Κακή επιλογή της θέσης της εξατισοδεξαμενής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΑΡΧΙΑ ΜΕΡΑΜΠΕΛΛΟΥ

8.1 Γενικά

Η κατάταξη των ελαιουργείων κατά επικινδυνότητα επιτρέπει να προσεγγιστεί το μείζονος σημασία; περιβαλλοντικό πρόβλημα της διάθεσης των αποβλήτων σε κάθε μονάδα εξατομικευμένα ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της, και προσαρμοσμένη στη γεωγραφική περιοχή της έρευνας. Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε η επαρχία Μεραμπέλλου στην οποία λειτουργούν 20 ελαιουργεία. Η κατάταξη των ελαιουργείων κατά επικινδυνότητα γίνεται μέσω κριτηρίων αξιολόγησης όπου το καθένα έχει και διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας. Οι παράμετροι που αποτελούν τα κριτήρια αξιολόγησης των ελαιουργείων χωρίζονται σε δύο ομάδες, στα:

1. Περιβαλλοντικά κριτήρια
2. Κοινωνικά κριτήρια

Τα περιβαλλοντικά κριτήρια περιλαμβάνουν την ποσότητα και ποιότητα των υγρών αποβλήτων, τη χρήση συστήματος διαχείρισης αποβλήτων, τα χαρακτηριστικά της εξατμισοδεξαμενής, τη διάθεση των φύλλων και τις λοιπές επιδράσεις σε φυσικούς πόρους. Στα κοινωνικά κριτήρια περιλαμβάνονται η θέση των ελαιουργείων ως προς τους οικισμούς και ως προς αρχαιολογικούς/τουριστικούς χώρους. Ενδεχομένως θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν περισσότερα κριτήρια αξιολόγησης αλλά δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία ώστε να ληφθούν υπόψη.

Παρακάτω, αναπτύσσονται όλοι αυτοί οι παράγοντες ενώ ταυτόχρονα οικοδομείται για καθέναν από αυτούς μια σχετική κλίμακα που δηλώνει διαφορετικούς που δηλώνει τους διαφορετικούς βαθμούς επίδρασης. Αυτή η κλίμακα περιλαμβάνει βαθμούς από το 1 έως το 10. Η υψηλή βαθμολογία (με μέγιστο το 10) υποδηλώνει υψηλή επικινδυνότητα και ανάλογα η χαμηλή βαθμολογία (με ελάχιστο το 0) υποδηλώνει χαμηλή ή μηδενική επικινδυνότητα. Πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ η σχετική κατάταξη των ελαιουργείων σ' αυτή τη κλίμακα ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες (βιβλιογραφία, ερωτηματολόγια), οι βαθμοί που αποδίδονται σε κάθε ελαιουργείο είναι σχετικοί για τον συγκεκριμένο χωροχρόνο αλλά κατά το δυνατό αντιπροσωπευτικοί. Η σύνταξη της φόρμας των κριτηρίων στηρίχθηκε στην μεθοδολογία που έχει αναπτυχθεί στο παρελθόν για τους

χώρους διάθεσης απορριμμάτων (Χαλβαδάκης, 1992 & Μανδυλάς, 1994).

8.2 Κριτήρια αξιολόγησης

8.2.1 Κριτήριο αξιολόγησης «Ποσότητα και ποιότητα υγρών αποβλήτων».

Καθοριστικό ρόλο στην επίδραση των ελαιουργείων στο περιβάλλον παίζει η ποσότητα και ποιότητα των υγρών αποβλήτων. Στην επαρχία Μεραμπέλλου το σύνολο των ελαιουργείων λειτουργούν ως φυγοκεντρικά συγκροτήματα χρησιμοποιώντας την τεχνολογία τριών φάσεων. Έτσι, μεγάλες ποιοτικές διαφορές στα υγρά απόβλητα λόγω διαφορετικής μεθόδου επεξεργασίας δεν υπάρχουν. Οι τυχόν διαφορές που μπορεί να υπάρχουν περιορίζονται στη χρήση μικρών διαφορών στη θερμοκρασία κατά την επεξεργασία του ελαιόκαρπου, διαφορετικών αποδόσεων μεταξύ ελαιουργείων λόγω διαφορετικών κατασκευαστικών μηχανημάτων, που εδώ δεν λαμβάνονται υπόψη.

Εξ' αιτίας της χρονικής αδυναμίας για την πραγματοποίηση επιτόπιων μετρήσεων, λήφθηκαν υπόψη οι βιβλιογραφικές αναφορές που αναφέρονται στα τριφασικά φυγοκεντρικά ελαιουργεία. Δηλαδή θεωρείται ότι τα απόβλητα $BOD_5 = 35.000 - 48.000 \text{ mg/l}$. Η μέγιστη τιμή πολλαπλασιάστηκε με τη μέγιστη δυναμικότητα των ελαιουργείων και το ποσοστό αποβλήτων επί του καρπού (1,3). Έτσι εξήχθει το μέγιστο ρυπαντικό φορτίο ($\text{kg } BOD_5 / \text{h}$), για κάθε ελαιουργείο (Πίνακας 1, Παράρτημα 2). Λαμβάνοντας τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή ρυπαντικού φορτίου για τα ελαιουργεία της επαρχίας Μεραμπέλλου, προκύπτει η παρακάτω γραμμική εξίσωση. Τη σχετική κλίμακα βαθμολόγησης τη χωρίζουμε σε 5 κλάσεις ($x = 1, 2, \dots, 5$).

$$F(x) = P_{\text{υπ.}} \cdot \Phi_{\text{min}} + x (P_{\text{υπ.}} \cdot \Phi_{\text{max}} - P_{\text{υπ.}} \cdot \Phi_{\text{min}}) / 5$$

όπου: $x = 1, 2, 3, 4, 5$

$$P_{\text{υπ.}} \cdot \Phi_{\text{min}} = 62 \text{ Kg } BOD_5 / \text{h}$$

$$P_{\text{υπ.}} \cdot \Phi_{\text{max}} = 524 \text{ Kg } BOD_5 / \text{h}$$

Οι επιμέρους βαθμολογίες είναι όπως αναφέρθηκε σχετικές για το συγκεκριμένο χωροχρόνο:

- Ρυπ. φορτίο $< 154 \text{ Kg } BOD_5 / \text{h}$ 2
- Ρυπ. φορτίο : $155 - 247 \text{ BOD}_5 / \text{h}$ 4
- Ρυπ. φορτίο : $248 - 339 \text{ BOD}_5 / \text{h}$ 6
- Ρυπ. φορτίο : $340 - 432 \text{ BOD}_5 / \text{h}$ 8

- Ρυπ. φορτίο > 433 BOD₅ /h..... 10

8.2.2 Κριτήριο αξιολόγησης «Χρήση Συστήματος Διαχείρισης Αποβλήτων».

Στην επαρχία Μεραμπέλλου όπως έχει προαναφερθεί γίνεται χρήση τσιμεντένιων δεξαμενών όπου η πρώτη χρησιμοποιείται για τη συγκράτηση διαφυγόντων ελαιούχων ουσιών κατά την επεξεργασία του ελαιόκαρπου, η δεύτερη για την εξουδετέρωση της οξύτητας των ΥΑΕ με την προσθήκη ασβέστη και η τρίτη για την καθίζηση των στερεών και των οργανικών ενώσεων του ασβεστίου. Τα παραπάνω αποτελούν μια στοιχειώδη προεπεξεργασία των ΥΑΕ που όμως σε κάποιες περιπτώσεις δεν τηρούνται είτε γιατί δεν γίνεται προσθήκη της κατάλληλης ποσότητας ασβέστη είτε γιατί δεν υπάρχει κάποια από τις παραπάνω δεξαμενές είτε γιατί δεν υπάρχει καν σύστημα διαχείρισης αποβλήτων. Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα η κλίμακα για τη χρήση συστήματος διαχείρισης αποβλήτων έχει ως εξής:

- Χωρίς ΣΔΑ..... 10
- Μερικό ΣΔΑ..... 4
- Ολοκληρωμένο ΣΔΑ..... 2

8.2.3 Κριτήριο αξιολόγησης «Χαρακτηριστικά εξατμισοδεξαμενής»

Τα ελαιουργεία στην επαρχία Μεραμπέλλου το σύνολο των αποβλήτων καταλήγει σε εξατμισοδεξαμενές. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό η σωστή χωροθέτηση των εξατμισοδεξαμενών είναι πρωταρχικής σημασίας για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας μόλυνσης του περιβάλλοντος. Στα χαρακτηριστικά της εξατμισοδεξαμενής εξετάζονται, ο τύπος των πετρωμάτων από όπου καθορίζεται η υδροπερατότητα αυτών, η απόσταση τους από γεωτρήσεις και το αν βρίσκονται εντός ή εκτός περιοχών Natura.

8.2.3.1 Υποκριτήριο αξιολόγησης «Υπέδαφος εξατμισοδεξαμενής»

Ο κατσίγαρος επηρεάζει σημαντικά ιδιότητες των εδαφών, όπως το pH και την ηλεκτρική αγωγιμότητα. Πετρώματα που περιέχουν ιλλίτη εμφανίζουν σημαντική προσροφητική ικανότητα έναντι των φαινολών που περιέχει ο κατσίγαρος. Ανάλογα συμβαίνει και με πετρώματα που περιέχουν υλικά με μεγάλη ειδική επιφάνεια όπως είναι οι διατομίτες. Τη μικρότερη προσροφητική ικανότητα παρουσιάζουν τα όξινα πετρώματα της σχιστολιθικής σειράς, με απουσία ασβεστίτη και την παρουσία σερικίτη. Τα υγρά απόβλητα ελαιουργείων, διαλυτοποιούν τον ασβεστίτη που περιέχουν τα πετρώματα, καθώς και ορυκτά του σιδήρου, όπως ο αιματίτης και ο γκαιτίτης, αυξάνοντας αντίστοιχα την περιεκτικότητα CaO και Fe₂O₃ στο διάλυμα.

Η υδροπερατότητα των γεωλογικών σχηματισμών εξαρτάται από μία σειρά φυσικών παραγόντων μεταξύ των οποίων το πορώδες, το μέγεθος, το σχήμα, η διάταξη και η κατανομή των κόκκων κ.λ.π. (Le Grand-Stringfield 1971, Rasmussen 1964). Γενικά στα χαλαρά πορώδη μέσα η υδροπερατότητα μεταβάλλεται με το μέγεθος των κόκκων. Τα αργιλικά υλικά έχουν μικρές τιμές, ενώ οι άμμοι και οι κροκάλες έχουν μεγάλες τιμές υδροπερατότητας. Στον Πίνακα 8.1 δίνεται η υδροπερατότητα, οριζόντια ή κατακόρυφη, για μια σειρά γεωλογικών σχηματισμών, κατά τους Morris - Johnson (1967):

ΥΛΙΚΟ	ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ σε m/sec	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
Μεγάλα χαλίκια	$1,7 \times 10$	R
Χαλίκια μέσου μεγέθους	$3,1 \times 10^{-3}$	R
Χαλίκια μικρού μεγέθους	$5,2 \times 10^{-3}$	R
Χονδρόκοκκη άμμος	$5,2 \times 10^{-4}$	R
Μεσόκοκκη άμμος	$1,4 \times 10^{-4}$	R
Λεπτόκοκκη άμμος	$2,9 \times 10^{-5}$	R
Ιλύς	$9,2 \times 10^{-7}$	H
Άργιλος	$2,3 \times 10^{-9}$	H
Λεπτόκοκκος ψαμμίτης	$2,3 \times 10^{-6}$	V
Μεσόκοκκος ψαμμίτης	$3,6 \times 10^{-5}$	V
Ασβεστόλιθος	$1,08 \times 10^{-5}$	V
Δολομίτης	$1,1 \times 10^{-8}$	V

Πίνακας 8.1: Η υδροπερατότητα σε μερικούς σχηματισμούς

Όπου H = οριζόντια υδροπερατότητα V = κατακόρυφη υδροπερατότητα R = ξανασυσχευασμένο δείγμα (Καλλέργης Γ.Α., 1996).

Γενικά η υδροπερατότητα χαρακτηρίζεται (U.s.Bureau of Reclamation 1977) σαν:

- Πολύ μεγάλη όταν $K > 10^{-2}$ m/sec
- Μεγάλη $10^{-5} < K < 10^{-2}$ m/sec
- Μέτρια $10^{-8} < K < 10^{-5}$ m/sec
- Μικρή $10^{-10} < K < 10^{-8}$ m/sec
- Πολύ μικρή $K < 10^{-10}$ m/sec

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω η κλίμακα για το υποκριτήριο του υπεδάφους των εξατμισοδεξαμενών έχει ως εξής:

- Πολύ μεγάλη υδροπερατότητα..... 10
- Μεγάλη υδροπερατότητα..... 8
- Μέτρια υδροπερατότητα..... 6
- Μικρή υδροπερατότητα..... 4
- Πολύ μικρή υδροπερατότητα..... 2

8.2.3.2 Υποκριτήριο αξιολόγησης «απόσταση από γεωτρήσεις»

Η Νομαρχία Λασιθίου προκειμένου να αδειοδοτήσει τις ελαιουργικές επιχειρήσεις πρέπει οι εξατμισοδεξαμενές να βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από γεωτρήσεις ώστε να αποφευχθεί η ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου, κάτι που σε γενικές γραμμές τηρείται. Ως μια σχετικά ασφαλή απόσταση θεώρησα τα 200m ενώ παράλληλα έλαβα υπόψη αν η εξατμισοδεξαμενή είναι ανάντη ή κατάντη της γεώτρησης. Η κλίμακα για το παραπάνω υποκριτήριο έχει ως εξής:

- Απόσταση <100 m και κατάντη αυτής..... 10
- Απόσταση <100m και ανάντη αυτής..... 5
- Απόσταση >100m και ανάντη αυτής..... 1

8.2.3.3 Υποκριτήριο αξιολόγησης «απόσταση από Natura»

Στην επαρχία Μεραμπέλου υπάρχουν προστατευόμενες περιοχές Natura που φαίνονται και στο χάρτη. Η παρουσία των εξατμισοδεξαμενών μέσα σ'αυτές εγκυμονεί κινδύνους για την ομαλή διαβίωση της αξιόλογης πανίδας και χλωρίδας που αναπτύσσονται σ'αυτές. Οπότε κατατάσσουμε τα ελαιουργεία ως εξής:

- Εντός Natura.....10
- Εκτός Natura..... 0

8.2.4 Κριτήριο αξιολόγησης «Διάθεση φύλλων»

Οι επικρατέστεροι τρόποι απόρριψης των φύλλων της ελιάς είναι η χρήση τους από τους κτηνοτρόφους ως ζωοτροφή, η καύση τους μετά το πέρας της ελαιοκομικής περιόδου και η χρησιμοποίηση στα ελαιοτεμάχια ως χλωρή λίπανση. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις μη ελεγχόμενης διάθεσης σε εκτάσεις που ανήκουν στα ελαιουργεία συνήθως πλησίον των εξατμισοδεξαμενών. Για τη βαθμολόγηση έγινε μια λογική υπόθεση βαθμού περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Τη βέλτιστη τιμή

έλαβε η χρήση ως ζωοτροφή, ενώ τη δυσμενέστερη η μη ελεγχόμενη διάθεση. Αναλυτικά:

- Μη ελεγχόμενη διάθεση..... 5
- Καύση..... 4
- Χλωρή λίπανση..... 1
- Ζωοτροφή.....0

8.2.5 Κριτήριο αξιολόγησης «Λοιπές επιδράσεις σε φυσικούς πόρους»

Το κριτήριο αυτό δίνει έμφαση στο γεγονός ότι το ελαιουργείο ως εγκατάσταση μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον όχι μόνο λόγω των αποβλήτων που παράγει. Παράγοντες όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και η χρήση φυσικών πόρων (όπως νερού) και ενέργειας συμβάλλουν σημαντικά στις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εγκατάστασης. Τα ελαιουργεία προκειμένου να λειτουργήσουν χρειάζονται ορισμένες ποσότητες νερού που επειδή είναι σημαντικές πρέπει να συμπεριληφθούν στα κριτήρια για την ανάλυση της επικινδυνότητας των ελαιουργείων.

Όσον αφορά την οικονομία ενός φυσικού πόρου όπως το νερό σε ένα νησί όπως η Κρήτη αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα. Για τη βαθμολόγηση των ελαιουργείων θα περιοριστούμε σε εκτιμούμενες ποσότητες με βάση τη βιβλιογραφία και τη χρησιμοποιούμενη δυναμικότητα των ελαιουργείων (Πίνακας 2, Παράρτημα 2). Τα φυγοκεντρικά ελαιουργεία καταναλώνουν νερό που ισούται περίπου με το 90% της ποσότητας του ελαιοκάρπου που επεξεργάζονται (Μπαλλής κ.α., 1983). Η κλίμακα διαμορφώθηκε σχετικά με τις μέγιστες ποσότητες νερού που χρειάζονται τα ελαιουργεία της επαρχίας Μεραμπέλλου αφού δημιουργήθηκε μια εξίσωση ανάλογη του κριτηρίου 1.

$$F(x) = \text{Ποσ. νερού}_{\min} + x (\text{Ποσ. νερού}_{\max} - \text{Ποσ. νερού}_{\min})/5$$

$$\text{όπου: } x = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\text{Ποσ. νερού}_{\min} = 900 \text{ Kg/h}$$

$$\text{Ποσ. νερού}_{\max} = 7.560 \text{ Kg/h}$$

Έτσι, η κατάταξη των ελαιουργείων έχει ως εξής:

- Χρήση νερού < 1.332 Kg/h..... 2
- Χρήση νερού: 1.333 – 2.664 Kg/h..... 4
- Χρήση νερού: 2.665 – 3.996 Kg/h..... 6
- Χρήση νερού: 3.997 – 5.328 Kg/h..... 8
- Χρήση νερού > 5.329 Kg/h..... 10

8.2.6 Κριτήριο αξιολόγησης «Θέση ελαιουργείου ως προς οικισμούς»

Όπως έχει αναφερθεί με Απόφαση της Νομαρχίας Λασιθίου για να αδειοδοτηθεί σήμερα ένα ελαιουργείο πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστον 500 m από τα όρια των οικισμών. Ωστόσο υπάρχει ένα αριθμός παλιών ελαιουργείων τα οποία βρίσκονται στα όρια ή εντός των οικισμών κάτι που έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής των κατοίκων. Τέτοιες επιπτώσεις μπορεί να είναι οι ανεπιθύμητες οσμές, ο θόρυβος, ζητήματα ανθρώπινης υγείας (κυρίως από τα παραγόμενα λύματα) αλλά και συγκρούσεις χρήσεων γης. Η κλίμακα βαθμολόγησης των ελαιουργείων διαμορφώθηκε από το αν το ελαιουργείο βρίσκεται εντός ή εκτός των ορίων του οικισμού και εάν βρίσκεται εντός των ορίων αν περιβάλλεται από αστικές χρήσεις ή όχι.

- Βρίσκεται εντός των ορίων του οικισμού και περιβάλλεται από αστικές χρήσεις..... 10
- Βρίσκεται εκτός των ορίων του οικισμού και περιβάλλεται από αστικές χρήσεις..... 8
- Βρίσκεται εντός των ορίων του οικισμού και δεν περιβάλλεται από αστικές χρήσεις.... 6
- Βρίσκεται εκτός των ορίων του οικισμού και δεν περιβάλλεται από αστικές χρήσεις.... 2

8.2.7 Κριτήρια αξιολόγησης «Θέση ελαιουργείων ως προς αρχαιολογικούς/τουριστικούς χώρους»

Η εγκατάσταση των ελαιουργείων κοντά σε αρχαιολογικούς χώρους και σε χώρους τουριστικής ανάπτυξης ιδιαίτερα στην επαρχία Μεραμπέλου κρίνεται ακατάλληλη για λόγους αισθητικής, οσμών αλλά και λόγω αποφυγής ρύπανσης της θάλασσας όπου βρίσκονται οι περισσότερες τουριστικές επιχειρήσεις. Για τους παραπάνω λόγους κανένα ελαιουργείο δεν βρίσκεται πλησίον σε τέτοιες περιοχές. Τα ελαιουργεία κατατάσσονται ως εξής:

- Βρίσκεται εντός ορίων αρχαιολογικής/τουριστικής ζώνης..... 10
- Βρίσκεται εκτός ορίων αρχαιολογικής/τουριστικής ζώνης..... 2

8.3 Συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων αξιολόγησης

Τα κριτήρια που αναπτύχθηκαν παραπάνω παίζουν, ως παράγοντες, διαφορετικούς ρόλους στη συνολική επίδραση που έχει το ελαιουργείο στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Αυτό σημαίνει ότι άλλα επηρεάζουν περισσότερο και άλλα λιγότερο. Έτσι, θα πρέπει να διαχωρίσουμε τα κριτήρια αυτά προσάπτοντάς τους συντελεστές βαρύτητας. Αυτό γίνεται με τον εξής τρόπο: Δημιουργείται μια μήτρα – πίνακας διπλής εισόδου (Πίνακας 3, Παράρτημα 2) όπου από τη μια

πλευρά βρίσκονται οι πιθανές αποπτώσεις των ελαιουργείων και στην άλλη τα κριτήρια αξιολόγησης. Τα κελιά που σχηματίζονται, συμπληρώνονται με το 1 ή το 0 ανάλογα με το αν το συγκεκριμένο κριτήριο που επιλέγεται μπορεί να προκαλέσει τη συγκεκριμένη επίπτωση ή όχι αντίστοιχα. Έτσι το κάθε κριτήριο συγκεντρώνει έναν αριθμό μονάδων ο οποίος σε σχέση με τους αριθμούς των υπολοίπων κριτηρίων θα δώσει το συντελεστή βαρύτητας (Γαβριλάκης Κ.Ι., Γεωργιάδης Γ.Α.,1996).

8.4 Επικινδυνότητα ελαιουργείων επαρχίας Μεραμπέλλου

Μετά την εξαγωγή του συντελεστή βαρύτητας των κριτηρίων, πραγματοποιείται η βαθμολόγηση των ελαιουργείων σύμφωνα με τον (Πίνακας 4, Παράρτημα 2). Ο Πίνακας αυτός είναι, επίσης, διπλής εισόδου όπου στη μια πλευρά βρίσκονται τα ελαιουργεία που αξιολογήθηκαν και στην άλλη τα κριτήρια αξιολόγησης. Τα κελιά συμπληρώνονται με τη βαθμολογία των ελαιουργείων για κάθε κριτήριο (πολλαπλασιαζόμενη με το συντελεστή βαρύτητας). Ο τελικός βαθμός προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους βαθμολογιών των ελαιουργείων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γαβριλάκης Κ.Ι., Γεωργιάδης Γ.Α., (1996). « Σύστημα διαχείρισης ελαιοτριβείων Λέσβου», Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη, Ιούλιος 1996, σελ. 32 – 50.
2. A. Dontas, P. J. Ioannidis, J. Steriotis and C. Aravanis (1980), « Cardiovascular mortality in rural areas of Greece », Πρακτικά 3^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου για την Βιολογική Αξία του Ελαιολάδου, Χανιά 1980, σελ.158-159.
3. Καλλέργης Γ.Α.,1996, «Εφαρμοσμένη υδρογεωλογία », Εκδοση Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Αθήνα 1996, σελ. 23 – 25.
4. Καπελλάκης Ι.Ε., Κ.Π. Τσαγκαράκης, Χ. Αβραμάκη, J.M. Crowther, Ν. Χυτήρης, Ε.Κ. Φαϊτάκη, Α.Ν. Αγγελάκης, Ολοκληρωμένη διαχείριση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων.
5. ΚΑΡΕΛΛΑΚΙΣ Ε.Ι.,(2005), ' OLIVE MILL WASTEWATER MANAGEMENT AND TREATMENT THROUGH SOIL AQUATIC AND SOLIDIFICATION PROCESSES', Διαδακτορική διατριβή, School of the Built and Natural Environment, Glasgow Caledonian University, Ιούλιος 2005, σελ 21-30.
6. Καρατζάς Εμ., 2001. 'Αξιοποίηση υγρών αποβλήτων ελαιουργείων ' ,Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη 2001, σελ.14-34.
7. Κυριτσάκης Α. (1989), *Το ελαιόλαδο-χημική σύσταση-τεχνολογία-ποιοτικός έλεγχος-βιολογική αξία*, Αγροτικές Συνεταιριστικές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη 1989,σελ.35 - 135
8. Μιχελάκης Ν., Βοζινάκης Κ. (1995), Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων με εξατμισοδεξαμενές., Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος Μάρτιος – Απρίλιος 95, σελ. 78- 80.
9. Νιαουνάκης Μ. & Halvadakis C.P.,(2004), « Olive – mill waste management. Literature Review and Patent Survey », Typothito – George Dardanos , Athens 2004, pp. 18-181.
10. Περδικάτσης Β., Μανούτσογλου Ε., Σπάρταλη Ν., Μωραΐτης Δ. και Πεντάρη Δ., 2004, «ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΠΙΕΤΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΦΟΡΟΥ ΛΙΘΟΛΟΓΙΑΣ ». Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τομ. XXXVI, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη Απρίλιος 2004.
11. Σφακιωτάκης Ε. (1996), «Μαθήματα Ελαιοκομίας», εκδόσεις τυρο ΜΑΝ, Θεσσαλονίκη 1996, σελ.12-29.
- 12.Τζουτζομήτρος Κ. Α., (2002), «Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Ελαιουργικών Συστημάτων », Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη 2002, σελ.16-110.
- 13.Χατζηπαυλίδης Γ.Ι.,(1999),'Επιπτώσεις των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στη δυναμική και τις δράσεις των μικροβιακών πληθυσμού εμπλουτισμού στο έδαφος'

Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 1999,σελ.31-38.

- 14.Χατζηπαυλίδης Ι., (1999) «Επιδράσεις των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων στη δυναμική και τις δράσεις των μικροβιακών πληθυσμών εμπλουτισμού στο έδαφος», Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 1999, σελ. 41-45.

ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. www.tdcolive.com
2. <http://www.sedik.gr/>
3. <http://www.paseges.gr/>
4. <http://www.helleniccomserve.com/>
5. <http://www.ecocrete.gr/>

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τα προαναφερθέντα γίνεται σαφές και κατανοητό ότι τα ΥΑΕ αποτελούν μείζον θέμα για το νομό Λασιθίου. Χαρακτηριστικό των ΥΑΕ είναι το υψηλό οργανικό φορτίο και έχουν πολλές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα ελαιουργεία στο νομό είναι μικρά, διάσπαρτα κατανομημένα και λειτουργούν για ένα χρονικό διάστημα 3 μηνών περίπου κάτι που δημιουργεί επιπλέον προβλήματα στη διαχείριση των ΥΑΕ, αφού οι μονάδες που θα τα διαχειρίζονται θα πρέπει να είναι μεγάλης δυναμικότητας και υψηλού κόστους, κάτι ανέφικτο για τους ιδιοκτήτες των ελαιουργείων. Η επιβολή από τις αρμόδιες υπηρεσίες Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων με την προεπεξεργασία των ΥΑΕ και εν συνεχεία την απόθεση τους σε εξατμισοδεξαμενές έχει περιορίσει κάπως το πρόβλημα αλλά δεν αποτελεί οριστική και ικανοποιητική λύση αυτού.

Προκειμένου να βελτιωθεί η κατάσταση σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο οι ιδιοκτήτες των ελαιουργείων θα πρέπει να ενημερωθούν για τις αρνητικές επιπτώσεις των αποβλήτων στο περιβάλλον ώστε να είναι πιο ευαισθητοποιημένοι απέναντι σ' αυτό. Επιπλέον οι αρμόδιες υπηρεσίες θα πρέπει να επανεξετάσουν τις εξατμισοδεξαμενές γιατί κάποιες από αυτές είναι κατασκευασμένες σε υδροπερατά πετρώματα με κίνδυνο τη ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου. Σ' αυτή την περίπτωση είτε θα πρέπει να μεταγκατασθθούν είτε να επικαλυφθεί ο πυθμένας με ναύλον ή με λεπτόκοκκο αργιλομαργαϊκό υλικό. Επιπλέον σε αρκετά ελαιουργεία δεν λειτουργούν οι δεξαμενές λιποσυλλέκτη, εξουδετέρωσης και καθίζησης με αποτέλεσμα τα απόβλητα να μεταφέρονται στις εξατμισοδεξαμενές ανεπεξέργαστα.

Μακροπρόθεσμα μια λύση του προβλήματος είναι να μειωθεί ο όγκος των ΥΑΕ μέσω της μετατροπής των τριφασικών φυγοκεντρικών ελαιουργείων σε διφασικά. Εν συνεχεία ο πολτός που θα παράγεται από τα διφασικά ελαιουργεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εργοστάσιο ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η κατασκευή του εργοστασίου μπορεί να γίνει με πρωτοβουλία της αυτοδιοίκησης μέσω διαγωνισμού αφού είναι μια επένδυση μεγάλου κόστους. Στην παραπάνω λύση για την αντιμετώπιση των ΥΑΕ προσανατολίζεται ο νομός Ηρακλείου.

Μια άλλη πρόταση παρουσίασε ομάδα Ιταλών επιστημόνων στο Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών στα Χανιά. Η μέθοδος σε γενικές γραμμές, στηρίζεται στην ανακύκλωση όλων των αποβλήτων των ελαιουργείων (κατσίγαρων και πυρήνων), τα οποία σε τελικό στάδιο δίνουν βελτιωτικό εδάφους, πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, ικανό να χρησιμοποιηθεί ακόμη και ως λίπασμα. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται «Omibyrr» και λειτουργεί σε τρεις φάσεις: αφαίρεσης του πυρήνα (κουκούτσι), ανάμειξης και συσκευασίας. Κατά την πρώτη φάση προβλέπεται επεξεργασία

διαχωρισμού του ελαιουργικού υγρού απόβλητου, δηλαδή του πυρήνα, που στη συνέχεια είναι έτοιμος για καύση. Ο διαχωρισμός του πυρήνα σε αρχικό στάδιο επιτρέπει επικερδείς εναλλακτικές βιομηχανικές χρήσεις, όπως: απευθείας καύση για την παραγωγή θερμότητας, μεταμόρφωση σε βιολογικό καύσιμο για πυρόλυση, χρήση για την «αμμοβολή» των μνημείων και των ατράκτων αεροσκαφών, χρήση ως υπόστρωμα για υδροπονικές καλλιέργειες, παραγωγή μονωτικού υλικού ή ενεργού άνθρακα κ.ά. Στη δεύτερη φάση, το ελαιουργικό απόβλητο χωρίς πυρήνα μεταφέρεται σε ειδική λεκάνη για την αποφυγή του φυσικού διαχωρισμού των παρόντων φάσεων (υγρού και στερεού).

Παραπέμπεται αυτόματα σε μια επιπλέον λεκάνη που πραγματοποιείται η ανάμειξη του ιδιαίτερα ικανά να:

- μειώνουν την υγρασία των ΥΑΕ για να κάνουν το τελικό προϊόν να μη στραγγίζει,
- επιτρέπουν μια καλή κυκλοφορία του αέρα στο τελικό προϊόν,
- ελαττώνουν τη σχέση άνθρακα/αζώτου των ΥΑΕ με σκοπό να γίνεται ταχύτερα ωφέλιμο στο έδαφος.

Η τρίτη φάση βασίζεται στην αυτόματη συσκευασία του τελικού προϊόντος, σε κλεισμένους δικτυωτούς σάκους, με τρόπο ώστε να διευκολύνεται η μεταφορά και η αποθήκευση.

Στο συνέδριο που έγινε στη Σητεία το 1994 ο κ. Νίκος Ινιωτάκης ο οποίος εργαζόταν στο ερευνητικό JULICH της Γερμανίας παρουσίασε μια πρωτοποριακή μέθοδο που βασιζόταν σε φυσικοχημικές διεργασίες και συγκεκριμένα στην Εξάτμιση (Evaporation), Υδρόλυση (Hydrolysis) και Οξείδωση (Oxidation), εξού και το όνομα της μεθόδου E.H.O.

Για την οικολογική επεξεργασία και οικονομική εκμετάλλευση του κατσίγαρου, η συσκευή E.H.O. πλαισιώνεται από άλλες επί μέρους συσκευές για την ανάκτηση των ουσιών που παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον.

1. Ο κατσίγαρος οδηγείται από μία δεξαμενή στον απολασπότη, για διαχωρισμό των στερεών και της λεπτής λάσπης που περιέχει. Η λάσπη που ανακτάται περιέχει 15-17% λάδια και μπορεί να αξιοποιηθεί οικονομικά.
2. Από τον απολασπότη ο κατσίγαρος οδηγείται στην μονάδα υπερδιήθησης, όπου ανακτώνται τα λιπαρά που βρίσκονται στον κατσίγαρο σε μορφή γαλακτώματος.
3. Μετά από τη μονάδα υπερδιήθησης, μελλοντικά ο κατσίγαρος θα οδηγείται στη μονάδα ζύμωσης, όπου τα ζάχαρα θα μετατρέπονται σε πολυσακχαρίτη.

4. Στη συνέχεια ο κατσίγαρος οδηγείται στο συγκρότημα Ε.Η.Ο, όπου γίνεται η αποτοξικοποίησή του. Τα προϊόντα που ελαμβάνοντο από την Ε.Η.Ο ήταν:

α. Νερό καλής ποιότητας απαλλαγμένο από άλατα και φαινόλες και με ελάττωση του C.O.D ως προς τον κατσίγαρο κατά 95 %. Περιείχε ακόμη μέρος πτητικών οξέων, που είναι της τάξης των 1-3 κιλών ανά τόννο και ορισμένες πτητικές αλκοόλες.

β. Συγκέντρωμα που αποτελείται από 50% νερό και 50 % από οργανικό και ανόργανο υλικό, όπως βαριά λιπαρά οξέα, πολυαλκοόλες, κ.ά. που χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη οικολογικού γράσου, η φυτικού καυσίμου. Το συγκέντρωμα επειδή κατά την επεξεργασία του στην ΕΗΟ χάνει τις φυτοτοξικές ιδιότητες του, μπορεί σε αραιώση με δύο μέρη νερού να χρησιμοποιηθεί και σαν υγρό λίπασμα, καθώς είναι πλούσιο σε οργανικό Κάλιο και οργανικό Μαγνήσιο.

Το συγκέντρωμα από την ΕΗΟ αποθηκεύεται κατ' αρχήν σε βαρέλια των 200 κιλών και στην συνέχεια επεξεργάζεται ανάλογα με τη χρήση που θα έχει. Σε αυτή την εφαρμογή θα χρησιμοποιηθεί σαν φυτικό καύσιμο.

5. Το νερό, από την ΕΗΟ οδηγείται με την σειρά του στην μονάδα αντιστρόφου όσμωσης όπου του αφαιρούνται τα ελαφρά οξέα και ταυτόχρονα γίνεται διόρθωση του PH -7, αγωγιμότητα 5-10 μS/cm κατάλληλο για άρδευση, για μπαταρίες, σίδερα, κ.λ.π.

Το συγκέντρωμα από την μονάδα αντίστροφης όσμωσης περιέχει ελαφρά οργανικά οξέα που σε ξηρή βάση υπολογίζονται σε 1-3 Kg ανά τόννο κατσίγαρου.

Έως σήμερα έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι επεξεργασίας των ΥΑΕ όπου οι βασικοί στόχοι είναι:

α) Ριζική επίλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος.

β) Πλήρη ανακύκλωση και ανάκτηση χρήσιμων υποπροϊόντων.

γ) Αποτοξικοποίηση του κατσίγαρου από τις φαινολικές ανώσεις και άλλες τοξικές ουσίες, οι οποίες δημιουργούν και τα περισσότερα προβλήματα στους υδρόβιους οργανισμούς,

δ) Ελάττωση του BOD₅ και του COD κατά 95-99 %.

ε) Η βιωσιμότητα της μονάδας επεξεργασίας.

Χαρακτηριστικό βέβαια των παραπάνω λύσεων είναι το ότι η κατασκευή τους είναι πολυδάπανη για τα μικρές ελαιοργικές επιχειρήσεις του νομού Λασιθίου κάτι που κάνει απαγορευτική τη διαχείριση των ΥΑΕ στην πηγή τους.