



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**

**Διαχείριση και επεξεργασία των αποβλήτων των ελαιοτριβείων**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΔΕΚΑΙΣΑΡΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΒΑΡΖΑΚΑΣ Θ.**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2016**

### ***Ευχαριστίες***

*Ευχαριστώ πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Βαρζάκα Θ., στο ΤΕΙ Καλαμάτας, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής και για την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησής της.*

*Επίσης, θερμές ευχαριστίες απευθύνω στην οικογένειά μου για την στήριξη και συμπαράσταση καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## Σελίδα

Περιεχόμενα	3
Περιεχόμενα πινάκων	5
Περιερχόμενα σχημάτων	5
Περιεχόμενα διαγραμμάτων	6
Περιεχόμενα εικόνων	6
Εισαγωγή	7
<b>1 Η Ελιά</b>	<b>10</b>
1.1 Προέλευση ελιάς	10
1.2 Ο καρπός της ελιάς και η σύνθεσή του	11
1.3 Οικονομική σημασία της ελαιοκαλλιέργειας	12
<b>2 Ελαιόλαδο</b>	<b>17</b>
2.1 Γενικά	17
2.2 Παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου	17
2.3 Εξαγωγές ελαιολάδου	20
<b>3 Ελαιοτριβεία</b>	<b>23</b>
3.1 Γενικά	23
3.2 Στάδια επεξεργασίας ελαιοκάρπου στο ελαιουργείο	24
3.3 Διαδικασίες εξαγωγής ελαιολάδου	25
3.4 Παράγοντες ποιότητας ελαίου	25
3.5 Παραδοσιακές τεχνικές παραγωγής ελαιολάδου	26
3.6 Σύγχρονες μέθοδοι παραγωγής ελαιόλαδου	27
3.7 Φυγοκεντρικό ελαιουργικό συγκρότημα τριών φάσεων	28
3.8 Επεξεργασία δύο φάσεων	31
<b>4 Απόβλητα ελαιουργείων</b>	<b>34</b>
4.1 Γενικά	34
4.2 Κατανάλωση νερού	36
4.3 Κατανάλωση ενέργειας	36
4.4 Εκπομπές ρύπων	36
4.5 Στερεά απόβλητα	37
4.6 Αέρια απόβλητα	37
4.7 Υγρά απόβλητα	38
4.8 Κατσίγαρος	41
4.9 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων ελαιουργείου	41
4.10 Χρώμα υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων	46
4.11 Φυτοτοξικότητα υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων	46
4.12 Διαχείριση υγρών λυμάτων ελαιοτριβείου	47
4.13 Μέθοδοι διαχείρισης	49
4.14 Οι εξατμισοδεξαμενές	49
4.15 Επιδράσεις των Υ.Α.Ε. στο νερό	50
4.16 Επιδράσεις των Υ.Α.Ε. στο έδαφος	52
4.17 Επιδράσεις των Υ.Α.Ε. στην ατμόσφαιρα	52

<b>5 Νομοθεσία για τη διαχείριση υγρών απόβλητων από ελαιοτριβεία</b>	<b>53</b>
<b>6 Εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ελαιουργείων</b>	<b>56</b>
6.1 Προβλήματα στη διαχείριση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα	56
6.2 Μέτρα φιλικά προς το περιβάλλον: Δέκα προτάσεις επεξεργασίας αποβλήτων ελαιουργείων	57
6.2.1 Εξατμισοδεξαμενές	58
6.2.2 Αποθήκευση και άρδευση καλλιεργειών το καλοκαίρι	59
6.2.3 Επιφανειακή διάθεση σε ελαιώνες και φυσική αποκατάσταση	61
6.2.4 Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση (χωρίς προστασία υδροφορέα)	62
6.2.5 Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση με προστασία του υδροφορέα	65
6.2.6 Κεντρική μονάδα φυτοεξυγίανσης	66
6.2.7 Κεντρική μονάδα εξατμισοδεξαμενής με απόσμιση	67
6.2.8 Κεντρική μονάδα διήθησης με πριονίδια και ρητίνες	68
6.2.9 Κεντρική μονάδα αναερόβιας χώνευσης	69
6.2.10 Απόσμιση με ηλεκτρολυτική επεξεργασία	70
<b>7 Παραπροϊόντα από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου</b>	<b>73</b>
7.1 Γενικά	73
7.2 Παραγωγή πυρηνέλαιου	73
7.3 Παραγωγή πυρηνελαίου από την Μεσσηνιακή ABEE	74
7.3.1 Γενικά για την Μεσσηνιακή ABEE	74
7.3.2 Πυρηνέλαιο από την Μεσσηνιακή ABEE	75
7.4 Πυρηνόξυλο	76
7.4.1 Σύνθεση και χαρακτηριστικά του καυσίμου	77
7.4.2 Μειονεκτήματα πυρηνόξυλου	78
7.5. Πυρηνόξυλο από την Μεσσηνιακή ABEE	79
<b>8 Συμπεράσματα</b>	<b>81</b>
8.1 Φαινολικές ενώσεις	82
8.2 Νέες έρευνες και τεχνολογίες	83
<b>9 Βιβλιογραφία</b>	<b>85</b>

## Περιεχόμενα πινάκων

	<b>Σελίδα</b>
Πίνακας 1.3.1 Κατανομή ελαιοδένδρων ανά νομό στην Ελλάδα	15
Πίνακας 2.2.1 Συγκριτικός πίνακας με τις εισαγόμενες ποσότητες από τις τρεις βασικές χώρες που εξάγουν ελαιόλαδο (Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα) στις αντίστοιχες αγορές	20
Πίνακας 3.8.1 Σύγκριση ορισμένων χαρακτηριστικών αποβλήτων από τις τρεις εγκαταστάσεις παραγωγής ελαιολάδου	33
Πίνακας 4.7.1 Ενδεικτικά ποιοτικά στοιχεία για τα απόβλητα των ελαιοτριβείων (Ελλάδα)	39
Πίνακας 4.7.2 Παράμετροι των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Ισπανία-Ιταλία)	40
Πίνακας 4.9.1 Τυπική σύσταση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων	43
Πίνακας 4.9.2 Γενικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων	44
Πίνακας 4.9.3 Γενικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων των κλασικών και φυγοκεντρικών ελαιοτριβείων	45
Πίνακας 5.1 Κατευθυντήριες τιμές για τις ανώτατες τιμές εκπομπών σε υδάτινους αποδέκτες, σύμφωνα με το Π.Δ. 1180	55
Πίνακας 6.1.1 Σύγκριση ποιότητας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου και υγρασίας στον πυρήνα	57
Πίνακας 6.2.10.1 Σύγκριση εναλλακτικών προτάσεων επεξεργασίας αποβλήτων ελαιουργείων για ένα ελαιοτριβείο	71
Πίνακας 6.2.10.2 Σύγκριση εναλλακτικών προτάσεων επεξεργασίας Αποβλήτων ελαιουργείων για κεντρική μονάδα	72

## Περιερχόμενα σχημάτων

	<b>Σελίδα</b>
Σχήμα 1.2.1 Ελαιόκαρπος και σύνθεσή του	11
Σχήμα 3.5.1 Διάγραμμα ροής του παραδοσιακού συστήματος παραγωγής ελαιολάδου	27
Σχήμα 3.7.1 Διάγραμμα ροής του τριφασικού συστήματος παραγωγής ελαιολάδου	31
Σχήμα 6.2.4.1 Απεικόνιση της τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεσης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου, σε συνδυασμό με φυτοεξυγίανση-Ελαιοτριβείο Κοκολής (Χανιά-Βασιλάκη)	63
Σχήμα 6.2.7.1 Επανακυκλοφορία του ηλεκτρολυτικά επεξεργασμένου κατσίγαρου για επιτάχυνση της εξάτμισης	68
Σχήμα 6.2.10.1 Σχηματική διάταξη μονάδας ηλεκτρόλυσης του κατσίγαρου	71
Σχήμα 7.1 Παραπροϊόντα κατά την επεξεργασία ελαιοκάρπου	73
Σχήμα 7.5.1 Γραμμή παραγωγής διφασικού ελαιοτριβείου και οικολογικού πυρηνελαιουργείου	80

## Περιεχόμενα διαγραμμάτων

	<b>Σελίδα</b>
Διάγραμμα 1.3.1 Ετήσια παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα (χίλιοι τόνοι)	13
Διάγραμμα 1.3.2 Παραγωγή ελιάς στην Ελλάδα (χίλιοι τόνοι)	13
Διάγραμμα 1.3.3 Αυξανόμενη εκμετάλλευση των ελαιοδένδρων στην Ελλάδα (Ha)	14
Διάγραμμα 1.3.4 Παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου (τόνοι)	14
Διάγραμμα 2.3.1 Συνολική ετήσια παραγωγή ελαιολάδου στην Ε.Ε. (τόνοι)	22
Διάγραμμα 3.8.1 Γεωγραφική κατανομή ελαιοτριβείων στην Ελλάδα	33

## Περιεχόμενα εικόνων

	<b>Σελίδα</b>
Εικόνα 4.7.1 Απόβλητα ελαιοτριβείων	40
Εικόνα 4.12.1 Απόβλητα ελαιοτριβείων σε ποτάμι	47
Εικόνα 4.12.2 Απόβλητα ελαιοτριβείων	48
Εικόνα 4.14.1 Άποψη εξατμισοδεξαμενής	50
Εικόνα 4.15.1 Απόβλητα ελαιοτριβείων που καταλήγουν στη θάλασσα	51
Εικόνα 6.2.1.1 Τυπικές εξατμισοδεξαμενές στις αρχές του καλοκαιριού	59
Εικόνα 6.2.2.1 Σχηματική διάταξη μονάδας άρδευσης καλλιεργειών το καλοκαίρι	60
Εικόνα 6.2.4.1 Δενδροφυτευμένη έκταση με λεύκες	64
Εικόνα 6.2.4.2 Απεικόνιση τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεσης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε συνδυασμό με φυτοεξυγίανση – Ελαιοτριβείο Κοκολής (Χάνια- Βασιλάκη)	64
Εικόνα 6.2.5.1 Απεικόνιση της τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεσης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου με το σύστημα OLEICO (με πλήρη προστασία του υδροφορέα)	65
Εικόνα 6.2.9.1 Πιλοτική μονάδα αναερόβιας επεξεργασίας κατσίγαρου (Βαμβακόπουλο Χανίων, Κρήτη)	70
Εικόνα 7.3.1.1 Πυρηνέλαιο	75
Εικόνα 7.5.1 Πυρηνόξυλο	79
Εικόνα 8.2.1 Καινοτόμες λύσεις: ταχύρρυθμα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (3-φασικών και 2-φασικών)	84

## Εισαγωγή

Ο άνθρωπος όπως κάθε ζωντανός οργανισμός έχει ανάγκη από συνεχή διατροφή, για να διατηρηθεί στη ζωή, να συνθέσει πρωτόπλασμα, λίγο ή πολύ ανάλογα με την ηλικία του και να επιτελέσει το σύνολο των φυσιολογικών λειτουργιών του.

Οι διατροφικές ανάγκες του ανθρώπου ικανοποιούνται με τρόφιμα, τα οποία μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες, με βάση την θρεπτική ύλη που περιέχονται σε αυτά σε μεγαλύτερη αναλογία.

Οι κατηγορίες είναι:

1. Οι πρωτεϊνούχες τροφές, πλούσιες σε πρωτεΐνη.
2. Οι ζαχαρούχες τροφές, πλούσιες σε ζάχαρα και υδατάνθρακες.
3. Οι λιπαρές τροφές, πλούσιες σε λιπαρές ουσίες.

Στις λιπαρές τροφές ανήκουν οι επιτραπέζιες ελιές, επειδή περιέχουν λιπαρές ουσίες 20-30% κατά βάρος της σάρκας τους.

Το είδος της τροφής που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για την ικανοποίηση των τροφικών του αναγκών διαφέρει ευρύτατα από την μια περιοχή στην άλλη και προσδιορίζεται από πολλούς παράγοντες, στους οποίους, πρωτεύοντα ρόλο διαδραματίζουν οι συνήθειες των λαών και η δυνατότητα παραγωγής μιας τροφής στο χώρο, στον οποίο οι αντίστοιχοι λαοί ζουν.

Η επιτραπέζια ελιά παραγόταν από τα πανάρχαια χρόνια στις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου και ήταν φυσικό να αποτελέσει την κύρια τροφή για τους λαούς της. Σε αυτό συντέλεσε η συνήθεια αλλά και η υψηλή θρεπτική αξία της καθώς και τα πλούσια γευστικά και αρωματικά της συστατικά.

Η καταγωγή του ελαιόδενδρου χάνεται στα βάθη του χρόνου, στους θρύλους και στις παραδόσεις των λαών γύρω από τη Μεσόγειο. Οι πρώτες καλλιέργειες χρονολογούνται από το 6000 π.Χ. στην περιοχή της Συρίας. Από τον 11<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. η καλλιέργεια του ελαιόδενδρου είχε διαδοθεί σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου, ενώ εισήχθη στην Ισπανία κατά τη διάρκεια της περιόδου της θαλάσσιας κυριαρχίας των Φοινίκων (1050 π.Χ.). Με την ανακάλυψη της Αμερικής (1492 μ.Χ.), η καλλιέργεια του ελαιόδενδρου διαδόθηκε πέρα από τη Μεσόγειο. Ελαιόδενδρα καλλιεργούνται πλέον στην Καλιφόρνια, στην Αργεντινή, στην Αυστραλία, στη Νότια Αφρική κ.ά.

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι το παραπροϊόν της παραγωγικής

διαδικασίας του ελαιολάδου. Η γεωργική αυτή δραστηριότητα έχει ιδιαίτερη κοινωνική και οικονομική σημασία για το πληθυσμό των ελαιοπαραγωγικών χωρών, που βρίσκονται κυρίως στη περιοχή της Μεσογείου όπου παράγεται και το 95% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής.

Τεράστιες ποσότητες αποβλήτων παράγονται κάθε ελαιοκομική περίοδο και σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά τους που είναι η υψηλή συγκέντρωση σε οργανικό φορτίο και οι φαινολικές ενώσεις, καθιστούν τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα, που είναι επικίνδυνα για την απευθείας διάθεσή τους στο περιβάλλον.

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι αποτέλεσμα της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου. Η γεωργική αυτή δραστηριότητα έχει ιδιαίτερη κοινωνική και οικονομική σημασία για το πληθυσμό των ελαιοπαραγωγικών χωρών, που βρίσκονται κυρίως στη περιοχή της Μεσογείου. Είναι χαρακτηριστικό ότι, περίπου το 95% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιόλαδου παράγεται από μικρές, οικογενειακές επιχειρήσεις Μεσογειακών χωρών. Τεράστιες ποσότητες αποβλήτων παράγονται κάθε ελαιοκομική περίοδο και σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά τους (υψηλή συγκέντρωση σε οργανικό φορτίο και φαινολικές ενώσεις), καθιστούν τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα επικίνδυνα για την απευθείας διάθεσή τους στο περιβάλλον.

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

Ο κατσίγαρος συνίσταται από το υδατικό κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου και από το νερό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις παραγωγής του λαδιού στο ελαιουργείο. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα υδατικό φυτικό εκχύλισμα, που περιέχει μία σειρά από ουσίες όπως σάκχαρα, αζωτούχες ενώσεις, οργανικά οξέα, πολυαλκοόλες, πολυφαινόλες και υπολείμματα ελαίου.

Η άμεση επίπτωση του κατσίγαρου στο περιβάλλον είναι η αισθητική υποβάθμιση που προκαλεί και η οποία οφείλεται στην έντονη οσμή του και στο σκούρο χρώμα του. Παράλληλα, εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου που περιέχει, είναι πιθανόν να



δημιουργήσει ευτροφικά φαινόμενα σε περιπτώσεις που καταλήγει σε αποδέκτες με μικρή ανακυκλοφορία νερών (κλειστούς θαλάσσιους κόλπους, λίμνες κ.τ.λ.). Από τα συστατικά που περιέχονται στον κατσίγαρο, οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι από τη μία πλευρά προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών και αποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών, ενώ από την άλλη είναι υπεύθυνες για τη συντήρηση της ποιότητας του λαδιού στο χρόνο (χαμηλή οξύτητα) ως φυσικό συντηρητικό. Επειδή η παραγωγή του ελαιολάδου είναι μία φυσική διαδικασία, πρέπει να σημειωθεί ότι ο κατσίγαρος δεν περιέχει άλλες ουσίες που είναι ιδιαίτερα τοξικές, όπως τα βαρέα μέταλλα και οι συνθετικές οργανικές ενώσεις.

Το υψηλό οργανικό φορτίο του κατσίγαρου σε συνάρτηση με την παρουσία των πολυφαινολών δεν επιτρέπει την απευθείας διάθεση του στο περιβάλλον, αλλά καθιστά αναγκαία την πρότερη επεξεργασία του. Για την επεξεργασία και διάθεση του κατσίγαρου έχουν δοκιμαστεί διάφορες μέθοδοι σε εργαστηριακή και πραγματική κλίμακα. Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα δεν έχει προταθεί μία ολοκληρωμένη λύση, αλλά έχουν εφαρμοστεί διάφορες τεχνικές κατά περίπτωση που παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα τεχνικής ή οικονομικής φύσεως και δεν έχουν επιλύσει ικανοποιητικά το πρόβλημα (Τσακιρίδης, 2011).

Στόχος της παρούσας μελέτης, είναι να παρουσιαστούν οι μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών απόβλητων ελαιοτριβείου.

## 1 Η Ελιά

### 1.1 Προέλευση ελιάς

Το γένος *Olea* περιλαμβάνει τουλάχιστον 30 με 35 είδη που ανήκουν στην οικογένεια *Oleaceae* της υποοικογένειας *Oleoideae*. Η καλλιεργούμενη ελιά είναι το αείφυλλο δέντρο που προήλθε από τα τροπικά και υποτροπικά είδη. Παλαιοντολογικά ευρήματα από είδη ελιάς βρέθηκαν στην Ιταλία, την Γαλλία και άλλες χώρες τεταρτογενής Μεσογειακή ζώνη βρισκόταν μέσα σε τροπική ζώνη, αλλά η ξηρασία και οι παγετώνες στην πλειστόκαινο περίοδο αποτέλεσαν τρόπους φυσικής επιλογής για σκληρόφυλλα φυτά με ικανότητα αποφυγής των παγετώνων. Οι παγετώνες πιθανώς μείωσαν τον αρχικό πληθυσμό της ελιάς και μόνο φυτά με ικανότητα επιβίωσης σε  $-5^{\circ}\text{C}$  έως  $-12^{\circ}\text{C}$  επέζησαν. Θερμοκρασίες μικρότερες από  $-12^{\circ}\text{C}$  περιορίζουν την φυσική κατανομή των ειδών ελιάς.

Η καλλιέργεια της ελιάς ήταν είδη γνωστή από 4800 π.Χ. στην Κύπρο. Η ηλικία του δέντρου μπορεί να εξηγήσει την μεγάλη παραλλακτικότητα μεταξύ των ειδών. Λέγεται ότι μορφές που διασταυρώθηκαν κάτω από διαφορετικές κλιματικές συνθήκες τώρα αποτελούν το είδος της ελιάς. Σύμφωνα με πρόσφατα αποτελέσματα, αξιόλογη γενετική παραλλακτικότητα υφίσταται μεταξύ φυτών της ίδιας ποικιλίας. Ποικιλίες ανθεκτικές στους παγετούς συναντάμε σε βορειότερες περιοχές της καλλιέργειας της ελιάς, αν και το ξηρό θέρος και οι ήπιοι χειμώνες παρέχουν το ιδανικό κλίμα για την ελιά (Ποντίκης, 2000).

Η ελιά που προήλθε από την ανατολική λεκάνη της Μεσογείου είναι μια από τις αρχαιότερες καλλιέργειες. Ανήκει στην οικογένεια *Oleaceae* που διαθέτει 30 γένη, που περιλαμβάνουν επίσης και καλλωπιστικά είδη και καλλωπιστικά φυτά. Οι περισσότερες καλλιέργειες ελιάς ανήκουν στο είδος *Olea europaea* L με 2χ=46 χρωμοσώματα.

Το είδος *Olea europaea* L απαρτίζεται από πολλές ομάδες και από 2600 ποικιλίες, πολλές από τις οποίες μπορεί να είναι μόνο οικότυποι.

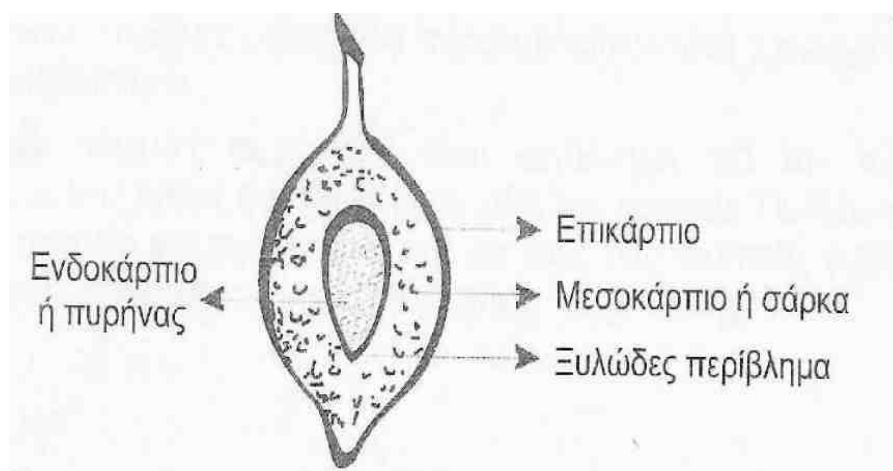
Η *Olea europaea* L δεν φαίνεται να είναι είδος, αλλά μια ομάδα από μορφές, που προήλθαν από μετάλλαξη και υβριδισμό. Τα τροπικά και υποτροπικά Αφροασιατικά είδη όπως *O. chrysophilla* και *O. excelsa* πιθανόν να έχουν λάβει μέρος στην εξέλιξη της καλλιέργειας. Τα είδη αυτά μπορεί να θεωρηθούν ως μέρος της *O. europaea*.

Υποείδη ελιάς κατανέμονται κυρίως στις Μεσογειακές χώρες και επίσης βρίσκονται στην Δυτική Αφρική, την Τανζανία, τα Κανάρια Νησιά, τις Αζόρες, την Νότια Αφρική και τον Άγιο Μαυρίκιο. Τα ελαιόδεντρα έχουν εισαχθεί στις Η.Π.Α., Αυστραλία, Νότια Αφρική και τα τελευταία 30 χρόνια στην Κίνα (Ποντίκης, 2000).

Η άγρια ελιά *O. oleaster* και η καλλιεργούμενη *O. sativa* διακρίνονται μεταξύ των ειδών ελιάς της Μεσογείου. Έτσι το είδος *O. oleaster* έχει αγκαθωτούς βλαστούς, μικρά ωοειδή, σχεδόν σφαιρικά φύλλα σε νεαρά φυτά και μικρούς, ελλειψοειδείς, μελανέρυθρους καρπούς με χαμηλή ελαιοπεριεκτικότητα. Η *O. sativa* κυλινδρικούς βλαστούς και μεγάλους ωοειδείς ή ελλειψοειδείς καρπούς με χρώμα πορφυροκυανού, μελανοερυθρό ή σπανίως λευκό, με υψηλή ελαιοπεριεκτικότητα. Το γένος *O. oleaster* βρίσκεται σε μικρό αριθμό περιοχών. Σε μερικές περιοχές κατά λάθος εκλαμβάνεται η *O. euroaeae* ως *oleaster*, διότι διατηρούνται τα φυτά σε νεανικό στάδιο με βόσκηση. Τα φυτά αυτά δεν ανθίζουν. Μπορούν όμως να εισέλθουν στο στάδιο καρποφορίας με κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες (Μπαλατσούρας, 1997).

## 1.2 Ο καρπός της ελιάς και η σύνθεσή του

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη με σχήμα ωοειδές που συχνά καταλήγει σε μυτερό άκρο. Η διαφορά από τα άλλα πυρηνόκαρπα εντοπίζεται στην χημική σύσταση. Ο ελαιόκαρπος χωρίζεται σε κύρια μέρη, στο επικάρπιο, στο μεσοκάρπιο και στο ενδοκάρπιο.



Σχήμα 1.2.1 Ελαιόκαρπος και σύνθεσή του

Το επικάρπιο ή επιδερμίδα ή μεμβράνη, καλύπτει το 1,5–3,5% του βάρους του καρπού. Κατά την ωρίμανση του καρπού η επιδερμίδα μετατρέπεται από ανοιχτό πράσινο σε σκούρο μαύρο χρώμα. Το μεσοκάρπιο ή σάρκα, καλύπτει το 70–90% του καρπού και τέλος, το ενδοκάρπιο καλύπτει το υπόλοιπο μέρος του καρπού. Το ενδοκάρπιο ή πυρήνας αποτελείται από το σκληρό ξυλώδες τμήμα, με συνήθως ένα και πολύ σπάνια δύο ενδοσπέρμια ή σπόροι. Τα κύρια συστατικά της σάρκας της ελιάς είναι: Το νερό, το ελαιόλαδο, τα σάκχαρα, οι πρωτεΐνες, τα κόμμεα–ρητίνες, τα οργανικά οξέα, οι τανίνες, η ελευρωπαΐνη, τα ανόργανα συστατικά κ.ά.

Τα κύρια σάκχαρα που περιέχει ο ελαιόκαρπος, είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σακχαρόζη. Από τα οργανικά οξέα συναντώνται το κιτρικό, το μηλικό και το οξαλικό. Και τα τρία μαζί αντιπροσωπεύουν περίπου το 0,1% του νεπού βάρους.

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

Ο καρπός των μεγαλόκαρων ποικιλιών που περιέχουν μικρό ποσοστό ελαιολάδου και μεγάλο ποσοστό σακχάρων χρησιμοποιείται συνήθως για την παρασκευή της βρώσιμης ελιάς. Αντίθετα, ποικιλίες με μεγάλο ποσοστό ελαιολάδου χρησιμοποιούνται για ελαιοποίηση.

Οι ποικιλίες ελιάς που είναι κατάλληλες για την παραγωγή ελαιολάδου έχουν συνήθως μέσο μέγεθος καρπού. Πολλές φορές η ίδια ποικιλία χρησιμοποιείται και για τους δύο σκοπούς, δηλαδή για βρώση και για ελαιοποίηση (Ποντίκης, 2000).

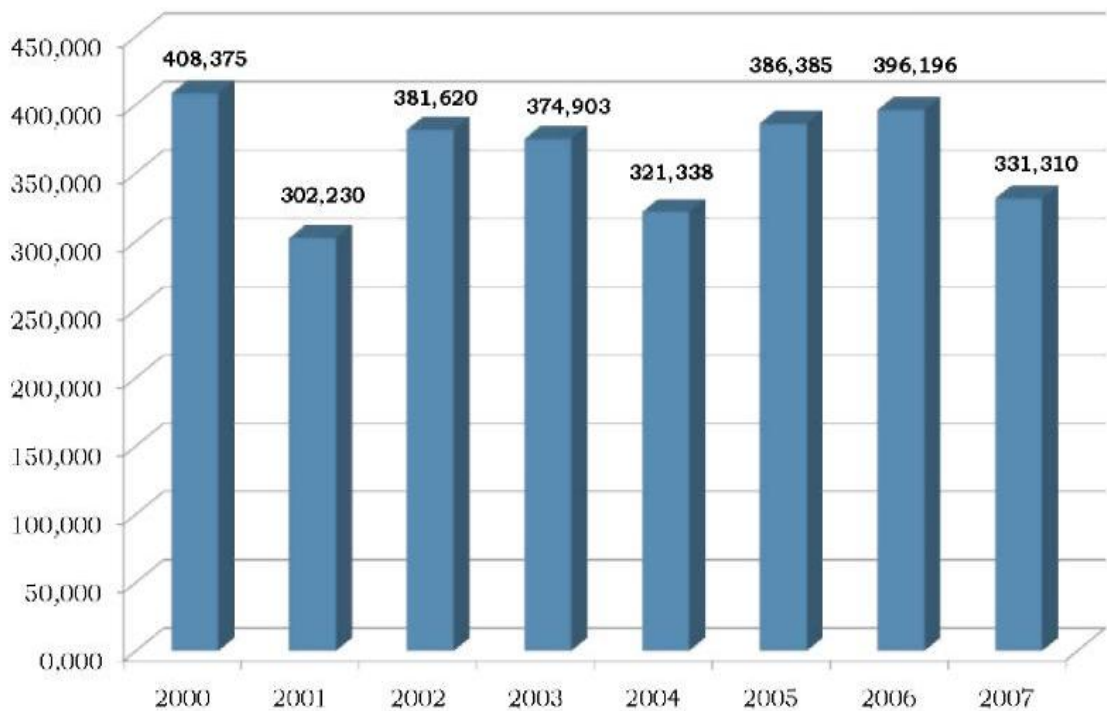
### **1.3 Οικονομική σημασία της ελαιοκαλλιέργειας**

Το ελαιόλαδο καταναλώνεται από όλους τους λαούς. Σήμερα η παγκόσμια ελαιοκαλλιέργεια αντιπροσωπεύει 810 εκατομμύρια ελαιόδεντρα. Το 98% των ελαιόδεντρων βρίσκονται στην περιοχή της Μεσογείου και από αυτό, το 70% είναι στις ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται 100 εκατομμύρια ελαιόδεντρα με ετήσια παραγωγή περίπου 300.000 έως 400.000 τόνους ελαιόλαδο.

Η ετήσια παραγωγή ελαιόλαδου στην Ελλάδα παρουσιάζεται σχετικά σταθερή τα τελευταία χρόνια και κυμαίνεται μεταξύ 2.050.000 και 2.646.000 τόνων (Faostat, 2004). Η εκμετάλλευση των ελαιοδέντρων στην Ελλάδα παρουσίασε σημαντική μείωση τις χρονιές 2001 έως το 2004 ενώ ακολούθησε σημαντική αύξηση τα επόμενα

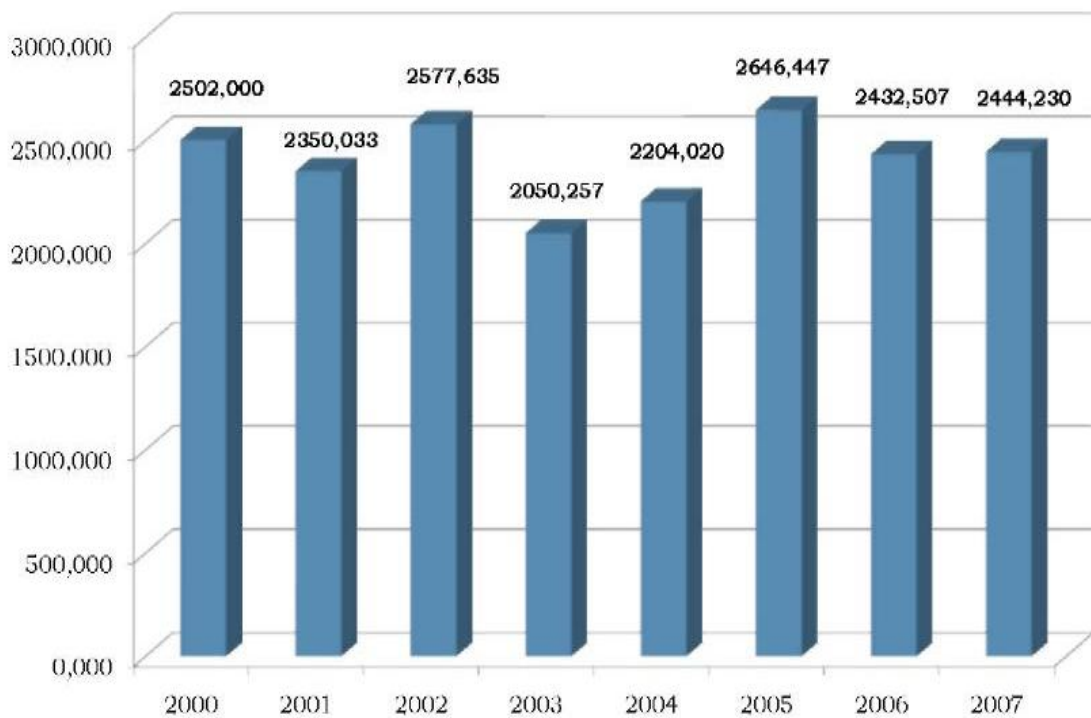
χρόνια.

**Διάγραμμα 1.3.1 Ετήσια παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα (χίλιοι τόνοι)**



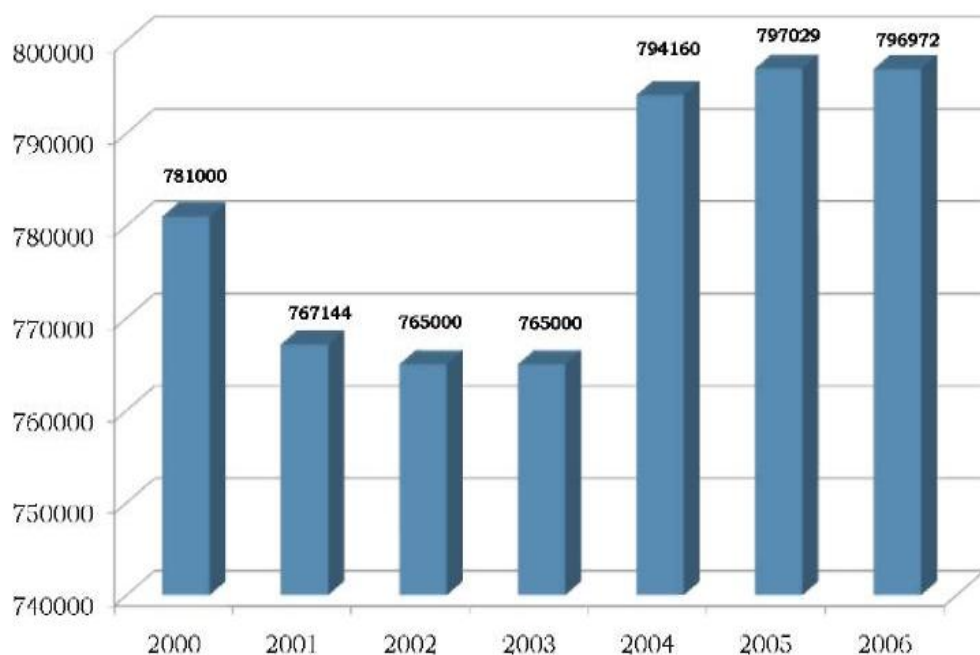
(Faostat, 2004)

**Διάγραμμα 1.3.2 Παραγωγή ελιάς στην Ελλάδα (χίλιοι τόνοι)**



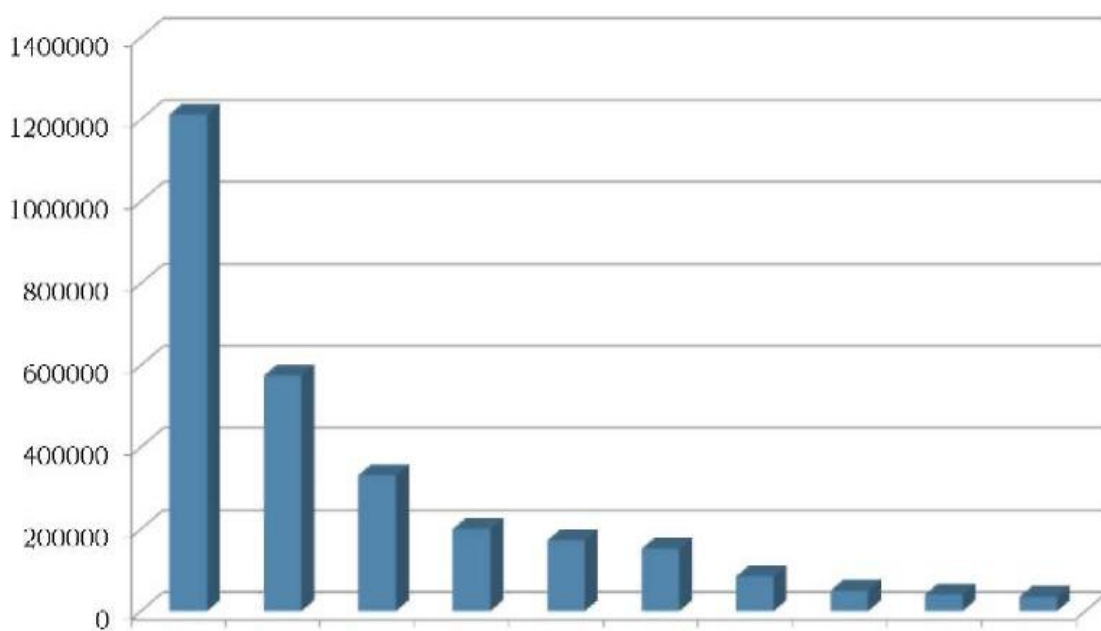
(Faostat, 2004)

**Διάγραμμα 1.3.3 Αυξανόμενη εκμετάλλευση των ελαιοδένδρων στην Ελλάδα (Ha)**



(Faostat, 2004)

**Διάγραμμα 1.3.4 Παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου (τόνοι)**



<b>Ισπανία</b>	<b>Ιταλία</b>	<b>Ελλάδα</b>	<b>Τυνησία</b>	<b>Τουρκία</b>	<b>Συρία</b>	<b>Μαρόκο</b>	<b>Πορτογαλία</b>	<b>Αλγερία</b>	<b>Ιορδανία</b>
----------------	---------------	---------------	----------------	----------------	--------------	---------------	-------------------	----------------	-----------------

(Faostat, 2004)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ελαιόλαδου με 1,3 εκατομμύρια τόνους. Σε κάθε χώρα η κατανάλωση ποικίλει. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα έχει μετρηθεί ότι καταναλώνονται 15 κιλά το χρόνο ανά κάτοικο, ενώ σε χώρες της Ε.Ε. όπου δεν παράγεται ελαιόλαδο, η κατανάλωσή του περιορίζεται σε 1 μόνο κιλό ανά κάτοικο. Πρώτη σε εξαγωγές ελαιόλαδου είναι η Ισπανία και ακολουθούν η Ιταλία, η Ελλάδα και η Τυνησία.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση που ανέρχεται σε 1.8% το χρόνο, η οποία οφείλεται κυρίως στην αναγνώριση της αξίας της γνωστής ως Μεσογειακής διατροφής. Στην Ελλάδα η ελιά καλλιεργείται σχεδόν σε όλα τα διαμερίσματά της. Η Κρήτη, η Πελοπόννησος και η Μυτιλήνη είναι οι περιοχές που η ελιά είναι η κύρια καλλιέργεια (Κυριτσάκης, 1988).

**Πίνακας 1.3.1 Κατανομή ελαιοδένδρων ανά νομό στην Ελλάδα**

<b>Νομοί</b>	<b>Αριθμός Ελαιοδέντρων</b>
Μεσσηνίας	13.545.000
Ηρακλείου	13.378.000
Λακωνίας	10.936.000
Λέσβου	7.321.000
Χανίων	6.914.000
Ηλείας	6.382.000
Φθιώτιδας	5.530.000
Ευβοίας	5.106.000
Μαγνησίας	4.627.000
Αιτωλοακαρνανίας	3.718.000
Κέρκυρας	3.718.000
Αχαΐας	3.338.000

(Κυριτσάκης, 1988)

Η ελαιοκαλλιέργεια διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην οικονομία των χωρών, όπου έχει αναπτυχθεί, γιατί δεν αξιοποιεί μόνον εκτάσεις που είναι ακατάλληλες για άλλες καλλιέργειες, αλλά συμβάλλει και στην προστασία των εδαφών από τις διαβρώσεις. Να αναφέρουμε εδώ ότι οι ελαιώνες που βρίσκονται γύρω από την Μεσόγειο, θεωρούνται το μεγαλύτερο δάσος της περιοχής. Ακόμα, ένας μεγάλος αριθμός

ελαιώνων ανήκει σε μικροκαλλιεργητές που εξασφαλίζουν έτσι εποχική εργασία και ικανοποιητικό εισόδημα.

Τα κυριότερα προϊόντα που παράγονται από την καλλιέργεια της ελιάς είναι το ελαιόλαδο και οι επιτραπέζιες ελιές. Από τα δύο αυτά προϊόντα μεγαλύτερη διατροφική αξία και οικονομική σημασία έχει το ελαιόλαδο. Σ' αυτά πρέπει να προστεθεί και το πυρηνέλαιο που προορίζεται για βιομηχανική χρήση. Επίσης οικονομική σημασία έχουν και κάποια υποπροϊόντα της ελιάς, όπως τα φύλλα, το ξύλο, ο πυρήνας και άλλα.

Το ελαιόλαδο υφίσταται σήμερα ισχυρό ανταγωνισμό από τα σπορέλαια, των οποίων η διατροφική αξία υπολείπεται κατά πολύ συγκριτικά με του ελαιόλαδου.



## **2 Ελαιόλαδο**

### **2.1 Γενικά**

Ελαιόλαδο, είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τους καρπούς της Ελιάς της Ευρωπαϊκής (*Olea europaea*) με μέσα αποκλειστικά μηχανικά και μεθόδους ή επεξεργασίες οπωσδήποτε φυσικές, σε θερμοκρασίες που να μην προκαλούν αλλοίωση του ελαίου.

Το ελαιόλαδο, εξαιτίας των θρεπτικών και βιολογικών του ιδιοτήτων αποτελεί ένα βασικό συστατικό στο διαιτολόγιο των κατοίκων ορισμένων περιοχών της γης από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα. Πολλοί ιστορικοί ήδη αναφέρονταν στις θρεπτικές και θεραπευτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου και στη χρησιμοποίησή του από τα αρχαία χρόνια.

Σήμερα το ελαιόλαδο αναγνωρίζεται παγκοσμίως για την αγνότητα και την εξαιρετική γεύση του, ως κορυφαίο ποιοτικά ελληνικό προϊόν. Η μοναδική του θέση στην ελληνική διατροφή αποδεικνύεται από το γεγονός ότι είναι η βάση όλων των ελληνικών παραδοσιακών συνταγών.

Το ελληνικό «έξτρα παρθένο» ελαιόλαδο πρωταγωνιστεί διεθνώς, γι' αυτό 150-200 χιλιάδες τόνοι εξάγονται στην Ιταλία και την Ισπανία και πωλούνται ακριβότερα σε σχέση με ελαιόλαδα άλλης προέλευσης.

Σε διεθνές επίπεδο, κατέχουμε τη μεγαλύτερη κατά κεφαλήν κατανάλωση ελαιόλαδου, με το μέσο Έλληνα να καταναλώνει περισσότερα από 15 κιλά ετησίως και τον Ισπανό με 11 κιλά κατά κεφαλήν κατανάλωση ετησίως.

Τα βιολογικά ελαιόλαδα και οι ελιές βιολογικής καλλιέργειας, γίνονται όλο και πιο δημοφιλή στην εσωτερική αγορά, σημειώνοντας αύξηση περισσότερο από 30% ετησίως (Κυριτσάκης, 1988).

### **2.2 Παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου**

Σύμφωνα με στοιχεία του ΔΣΕ (100C) υπάρχουν, σήμερα, περί τα 750 εκατομμύρια ελαιόδεντρα, σε όλη την υδρόγειο, τα οποία καλύπτουν έκταση 9 εκατομμυρίων εκταρίων. Η έκταση αυτή είναι διπλάσια από την έκταση την οποία καταλαμβάνουν η

Αγγλία και η Ουαλία και είναι μεγαλύτερη από την έκταση της Αριζόνας των Ηνωμένων Πολιτειών.

Το 98%, περίπου, των ελαιόδεντρων φύονται στη λεκάνη της Μεσογείου και καλύπτουν το 95% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου. Η παραγωγή αυτή προέρχεται από 7, κυρίως, χώρες, οι οποίες κατά σειρά σπουδαιότητας είναι: η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Πορτογαλία, η Τυνησία, η Αλγερία και το Μαρόκο. Η Ισπανία καλύπτει το 1/3 περίπου, του συνόλου της παραγωγής των Μεσογειακών χωρών, ενώ οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Αργεντινή καλύπτουν το 1-2% της παγκόσμιας παραγωγής.

Η μεγαλύτερη παραγωγή ελαιολάδου προέρχεται από τη Νότια Ευρώπη, τη Βόρειο Αφρική και την Εγγύς Ανατολή. Από την Ευρωπαϊκή παραγωγή, το 93% προέρχεται από την Ισπανία, την Ιταλία και την Ελλάδα. Η ισπανική επαρχία Jaén είναι παγκοσμίως γνωστή ως η επαρχία με τους περισσότερους και μεγαλύτερους ελαιώνες. Η Ισπανία κατέχει την πρώτη θέση στην παραγωγή και την εξαγωγή ελιών και ελαιολάδου ενώ στο έδαφός της καλλιεργούνται περισσότερα από 300 εκατομμύρια ελαιόδεντρα. Από τα 2,1 εκατομμύρια εκτάρια (5,19 εκατομμύρια στρέμματα) ελαιώνων το 92% προορίζεται για παραγωγή ελαιολάδου. Η μέση ετήσια παραγωγή ποικίλλει λόγω του κυκλικού χαρακτήρα της συγκομιδής, αλλά γενικά κυμαίνεται μεταξύ 600.000 και 1.000.000 μετρικών τόνων, εκ των οποίων μόνο το 20% εξάγεται. Περίπου 80% της ισπανικής παραγωγής συγκεντρώνεται στην Ανδαλουσία (επαρχία Jaén). Στην Ανδαλουσία, την πιο σημαντική ελαιοπαραγωγική περιοχή της επαρχίας Jaén, επικρατεί η ποικιλία *Picual*, όπως επίσης οι *Verdala*, *Real* και *Manzanilla de Jaén*, ενώ στην επαρχία Cordoba, οι ποικιλίες *Picula*, *Picual*, *Lechin*, *Chorrio*, *Pajarer*, και *Hojiblanco*. Το ελαιόλαδο κατηγορίας "Α" της Ανδαλουσίας έχει μέγιστη οξύτητα 0,4%, ενώ ελαιόλαδα κατηγορίας "Β" έχουν οξύτητα μέχρι 1%. Η Καταλονία είναι επίσης ελαιοπαραγωγική περιοχή με το ελαιόλαδό της να είναι γενικά ελαφρύτερο. Οι περισσότεροι ελαιώνες βρίσκονται στην περιοχή Les Carrigues, στην επαρχία Lleida, και στην περιοχή Siurana, πολύ κοντά στην επαρχία Tarragona, όπου η κύρια ποικιλία είναι η *Arbequina* καθώς και οι *Real (Royal)*, *Verdiel* και *Morrut*.

Η Ιταλία είναι η δεύτερη ελαιοπαραγωγική χώρα της Ευρώπης, με τα 2/3 της παραγωγής της να ανήκει στην κατηγορία “εξαιρετικά παρθένο”, με 37 είδη με Προστατευμένη Ονομασία Προέλευσης, τα οποία παράγονται σε όλη την έκτασή της. Στην Ιταλία υπάρχουν περίπου 6.180 ελαιοτριβεία, με μέση ποσότητα κατεργασμένου

ελαιόκαρπου για το 2006/2007 τους 3.500.000 τόνους και παραγωγή περίπου 600.000 τόνους ελαιολάδου. Το 90% του ιταλικού ελαιολάδου παράγεται στις νότιες περιοχές, Σικελία, Καλαβρία και Πούλια. Η λειτουργία όλο και περισσότερων σύγχρονων ελαιοτριβείων έχει αυξήσει την παραγωγή και έχει μειώσει την ανάγκη για εργατικό δυναμικό, ενώ έχει κάνει ιδιαίτερα έντονο το πρόβλημα της διάθεσης των αποβλήτων της ελαιοπαραγωγικής διαδικασίας. Στην Ιταλία παράγονται ετησίως περισσότεροι από 2000 τόνοι αποβλήτων, με σχεδόν τη μισή ποσότητα να προέρχεται από την περιοχή της Πούλιας. Στην Ιταλία καλλιεργούνται πολλές ποικιλίες ελιάς, με σπουδαιότερες τις *Frantoio*, *Leccino* *Pendolino*, και *Moraiolo*.

Στην Ελλάδα σχεδόν το 60% του καλλιεργούμενου εδάφους της είναι ελαιώνες και είναι η χώρα με τις περισσότερες ποικιλίες ελιάς. Παγκοσμίως η Ελλάδα είναι πρώτη στην παραγωγή μαύρων ελιών και τρίτη στην παραγωγή ελαιολάδου. Στο έδαφος της καλλιεργούνται περισσότερα από 132 εκατομμύρια ελαιόδεντρα, από τα οποία παράγονται περίπου 350.000 τόνοι ελαιολάδου ετησίως, εκ των οποίων το 82% ανήκει στην κατηγορία εξαιρετικά-παρθένο. Περίπου η μισή από την ετήσια ελληνική παραγωγή ελαιολάδου εξάγεται προς τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, κυρίως στην Ιταλία, η οποία απορροφά περίπου τα  $\frac{3}{4}$  του συνόλου της ελληνικής εξαγωγής. Οι πιο σημαντικές ελαιοπαραγωγικές περιοχές στην Ελλάδα είναι η Πελοπόννησος, η οποία παράγει το 65% της συνολικής παραγωγής, καθώς επίσης και η Κρήτη και τα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου.

Η περισσότερο βραβευμένη ελληνική ποικιλία ελιάς είναι η *Κορωνέικη*, προερχόμενη από την Κορώνη της Μεσσηνίας. Η *Κορωνέικη* ευδοκίμει στις πλαγιές των βουνών, παράγει πολύ μικρούς καρπούς, η μεγάλη αναλογία φλοιού προς σάρκα των οποίων, χαρίζει στο ελαιόλαδο το ιδιαίτερο άρωμά του. Η ποικιλία αυτή είναι επίσης κατάλληλη για παραγωγή αγουρέλαιου.

Ελαιώνες υπάρχουν και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Οι περισσότερο καλλιεργούμενες ποικιλίες στη Γαλλία είναι η *Picholine*, στην Καλιφόρνια η *Mission*, στην Πορτογαλία η *Galega*, στην Κροατία η *Oblica* και η *Leccino*. Εκτός Ευρώπης, εξαιρετικής ποιότητας ελαιόλαδο παράγει η Αυστραλία, κυρίως λόγω στις πολύ καλές συνθήκες ανάπτυξης και καλλιέργειας που επικρατούν και έχουν υιοθετηθεί, το γόνιμο έδαφος και της σημαντικά ελαττωμένης παρουσίας παρασίτων και ασθενειών. Το αυστραλιανό ελαιόλαδο εξάγεται στην Ασία και στην Ευρώπη και εκτιμάται ιδιαίτερος η πολύ καλή και σταθερή ποιότητά του. Στη Βόρεια Αμερική, τα ιταλικά

και ισπανικά ελαιόλαδα είναι αυτά που καταναλώνονται σε μεγαλύτερες ποσότητες, ενώ εξαιρετικά-παρθένα ελαιόλαδα από την Ιταλία, την Ισπανία, την Κροατία και την Ελλάδα πωλούνται σε υψηλές τιμές. Ένα μεγάλο μέρος των εισαγωγών της Αμερικής προέρχεται από την Ιταλία, την Ισπανία, και την Τουρκία. Η Βόρειος Αφρική παράγει επίσης εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο με αυξανόμενους ρυθμούς παραγωγής και συνεχή βελτίωση των χαρακτηριστικών του (Ποντίκης, 2000).

**Πίνακας 2.2.1 Συγκριτικός πίνακας με τις εισαγόμενες ποσότητες από τις τρεις βασικές χώρες που εξάγουν ελαιόλαδο (Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα) στις αντίστοιχες αγορές**

ΧΩΡΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	ΑΓΟΡΕΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ (ποσότητες σε τόνους)				
	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	ΡΩΣΙΑ	ΗΝ. ΒΑΣΙΛΕΙΟ	Λ.Δ. ΚΙΝΑΣ	ΓΑΛΛΙΑ
ΙΣΠΑΝΙΑ	2006 4.438,5	2007 11.315	2005 24.334,6	2009 4974,2	2006 131
	2007 5.563,4	2008 10.848	2006 25.682,2		2007 164
	2008 4.042,5	2009 8.825	2007 27.176,8		2008 156
ΙΤΑΛΙΑ	2006 38.064,3	2007 3.483	2005 20.415,8	2009 3103,2	2006 140
	2007 42.171,3	2008 3.879	2006 16.709,4		2007 640
	2008 37.871,3	2009 3.623	2007 17.145,7		2008 752
ΕΛΛΑΔΑ	2006 4.555,8	2007 725	2005 3.039,3	2009 419,5	2006 119
	2007 6.513,4	2008 592	2006 2.673,7		2007 61
	2008 5.075,2	2009 696	2007 3.443,9		2008 42

(Πηγή: <http://www.infoil.gr/olive-oil-market/world-market>, ημερ. πρόσβασης 15-03-2015)

### 2.3 Εξαγωγές ελαιολάδου

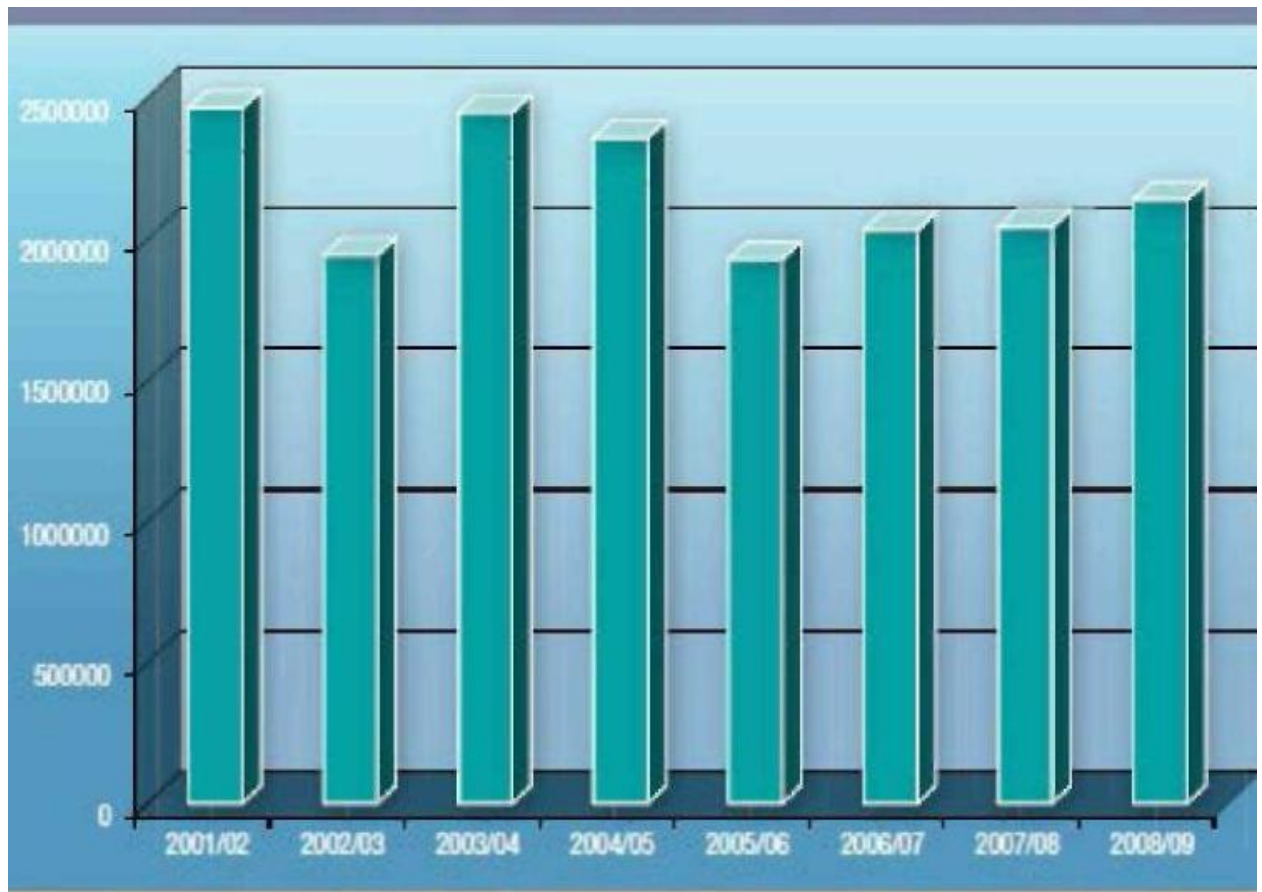
Ένα μεγάλο ποσοστό της συγκομιδής ελιάς στην Ε.Ε. μετατρέπεται σε ελαιόλαδο. Επίσης, η Ε.Ε. είναι και εισαγωγέας ελαιόλαδου για σκοπούς ανάμιξης, από χώρες όπως το Μαρόκο και η Τυνησία. Κατά τους πρώτους έξι μήνες του 2009, οι χώρες της Ε.Ε. εισήγαγαν περίπου 80.000 τόνους ελαιόλαδου το μήνα, σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιόλαδου. Χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι για την εξαγωγή λαδιού από τις ελιές και αυτές οι διαδικασίες δημιουργούν μεγάλους όγκους

υγρών και στερεών αποβλήτων. Οι ροές αποβλήτων παραμένουν άκρως επικίνδυνες για το περιβάλλον της Ευρώπης και παρουσιάζουν αρκετές προκλήσεις επεξεργασίας για τους ελαιοπαραγωγούς της Ε.Ε.

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον της κοινωνίας για υγιεινούς τρόπους ζωής και θρεπτικές τροφές έχει συμβάλει στην αναβίωση του εμπορίου ελαιόλαδου στην Ευρώπη. Η δημοτικότητα των ελαιόλαδων αυξάνει συνεχώς μεταξύ των καταναλωτών της Ε.Ε., και η παραγωγή ελαιόλαδου αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό τμήμα πολλών περιφερειακών οικονομιών στη Νότια Ευρώπη, όπου εκτιμάται ότι οι βιομηχανίες ελαιόλαδου παρέχουν απασχόληση σε περίπου 800.000 άτομα, είτε άμεσα είτε έμμεσα, κυρίως σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις.

Ένα μεγάλο μέρος του ελαιόλαδου παράγεται στην Ισπανία, την Πορτογαλία, την Ιταλία και την Ελλάδα. Άλλοι σημαντικοί παραγωγοί στην περιοχή είναι η Τουρκία, η Τυνησία και το Μαρόκο, καθώς και βαλκανικές χώρες. Συνολικά, όλες αυτές οι χώρες τροφοδοτούν περίπου το 90% της παγκόσμιας αγοράς ελαιόλαδου. Η Ελλάδα είναι η τρίτη μεγαλύτερη ελαιοπαραγωγός χώρα στον κόσμο, μετά την Ιταλία και την Ισπανία. Με κριτήριο την ποιότητα όμως, η Ελλάδα κατατάσσεται πρώτη στον κόσμο, καθώς σύμφωνα με στοιχεία του Συνδέσμου Ελληνικών Βιομηχανιών Τυποποιήσεως Ελαιολάδου (Σ.Ε.ΒΙ.Τ.Ε.Λ.), πάνω από το 70% της Ελληνικής παραγωγής ελαιόλαδου είναι εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο. Σήμερα στην Ελλάδα, ο κανόνας που ισχύει είναι εξαγωγές χύμα ελαιολάδου.

Η Ελλάδα εξάγει μεγάλες ποσότητες παρθένου ελαιολάδου, το οποίο όμως αγοράζεται σε μορφή χύμα από Ιταλικές κυρίως βιομηχανίες. Οι βιομηχανίες αυτές το χρησιμοποιούν ως βελτιωτικό στα διάφορων ειδών ελαιόλαδα που παράγουν και το προωθούν στην αγορά τυποποιημένο ως Ιταλικό, με αποτέλεσμα η χώρα να κατέχει ένα πολύ μικρό μερίδιο αγοράς στο επώνυμο τυποποιημένο παρθένο ελαιόλαδο. Οι εξαγωγές Ελληνικού ελαιολάδου σε μορφή χύμα αντιστοιχούν σε ποσοστό 90% των συνολικών εξαγωγών ελαιολάδου της χώρας.



**Διάγραμμα 2.3.1** Συνολική ετήσια παραγωγή ελαιολάδου στην Ε.Ε. (τόνοι)  
(Faostat, 2004)

### 3 Ελαιοτριβεία

#### 3.1 Γενικά

Τα ελαιοτριβεία αποτελούν γεωργικές-βιομηχανικές μονάδες, μέσου οικονομικού δυναμικού, συνεταιριστικές (13%) ή ιδιωτικές (87%), εποχιακής λειτουργίας (από τέλη Οκτωβρίου δηλαδή ως αρχές Μαρτίου). Επεξεργάζονται τον ελαιόκαρπο για την παραλαβή ελαιολάδου, παράγοντας περίπου 1.300.000 τόνους υγρών αποβλήτων (Γεωργακάκης, 1995).

Τα τελευταία, χρόνια παρά την αύξηση της παραγωγής ελαιολάδου, παρατηρείται σημαντική μείωση του αριθμού τους, η οποία οφείλεται στη συγχώνευση των μονάδων και στον εκσυγχρονισμό του εξοπλισμού τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικής τους ικανότητας.

Τα ελαιοτριβεία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στα κλασσικού τύπου, τα οποία αποτελούν και το 30% περίπου του συνολικού αριθμού των ελαιοτριβείων και στα φυγοκεντρικού τύπου, τα οποία αποτελούν και το 70% περίπου του συνόλου των ελαιοτριβείων της χώρας μας (Υπουργείο Γεωργίας, 2000). Τα κλασσικού τύπου διακρίνονται περαιτέρω σε διάφορους τύπους, αναλόγως με τον μηχανολογικό εξοπλισμό τους (αριθμό και τύπο πιεστηρίων, γιόλων κ.λπ.), όπως επίσης διαφοροποιούνται και τα φυγοκεντρικού τύπου, αναλόγως του τύπου και της δυναμικότητας των οριζόντιων φυγοκεντρικών διαχωριστών, που διαθέτουν.

Η παραγωγική ικανότητα των ελαιοτριβείων εξαρτάται, για τα μεν κλασσικού τύπου από τον αριθμό των πιεστηρίων, για τα δε φυγοκεντρικού από την απόδοση των οριζοντίων φυγοκεντρικών διαχωριστών. Τα ελαιοτριβεία, που λειτουργούν στην Ελλάδα μπορούν με βάση τη δυναμικότητά τους, να διακριθούν σε μικρής (500–1.000 kg/h επεξεργασμένου ελαιοκάρπου), μεσαίας (1.000–1.250 kg/h) και μεγάλης (1.250–2.000 kg/h) απόδοσης (Γεωργακάκης, 1994).

Ο συνολικός όγκος των υγρών αποβλήτων –που προκύπτει από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου– και στους δύο τύπους ελαιοτριβείων, αποτελείται από τα νερά πλύσης του ελαιοκάρπου και των μηχανημάτων του ελαιουργικού συγκροτήματος, καθώς επίσης από τους φυσικούς χυμούς και νερό αραιώσης, που προκύπτουν κατά το στάδιο διαχωρισμού του ελαιοπυρήνα και της τελικής φυγοκέντρισης. Η ποσότητα αυτή επηρεάζεται από την ποικιλία και την ποιότητα του ελαιοκάρπου, αλλά κυρίως καθορίζεται από την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις

επεξεργασίας και η οποία εξαρτάται τόσο από τον βαθμό ωρίμανσης και την μέθοδο συλλογής, όσο και από τον τρόπο λειτουργίας και τον τύπο του ελαιοτριβείου.

Η χρησιμοποίηση της φυγόκεντρης δύναμης, αντί της πίεσης, για τον διαχωρισμό του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη, υπήρξε διαρκής πρόκληση για τους ειδικούς της ελαιοτεχνίας. Η προσπάθεια αυτή ξεκίνησε στο τέλος του 19ου αιώνα και αφού πέρασε από διάφορα εξελικτικά στάδια κατέληξε στην κατασκευή του φυγοκεντρικού διαχωριστή με οριζόντιο άξονα (decanter) κατά την διάρκεια της δεκαετίας 1960 – 1970. Σήμερα χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικές μέθοδοι παραγωγής ελαιόλαδου. Αυτά τα συστήματα είναι παρόμοια σε ότι αφορά την παραγωγή λαδιού αλλά διαφέρουν σημαντικά ως προς την ποσότητα και τη σύνθεση των διαφόρων υποπροϊόντων (Γεωργακάκης, & Χριστοπούλου, 2003).

### **3.2 Στάδια επεξεργασίας ελαιοκάρπου στο ελαιουργείο**

Αμέσως μετά την συγκομιδή, ο ελαιόκαρπος πρέπει να μεταφέρεται στο ελαιουργείο όπου επιβάλλεται να γίνει ο διαχωρισμός του με βάση: Την ποικιλία, τον τρόπο συγκομιδής (δηλαδή αν μαζεύτηκε κατευθείαν από το δέντρο ή από το έδαφος) και την κατάσταση την οποία βρίσκετε (αν είναι υγιής ή διακοπροσβεβλημένος).

Κάθε κατηγορία πρέπει να υποβληθεί σε χωριστή επεξεργασία. Καλό είναι να αρχίσουμε από τον καλύτερης ποιότητας ελαιόκαρπο, έχοντας πάντα υπόψη ότι το καλής ποιότητας ελαιόλαδο προέρχεται από υγιή ελαιόκαρπου αμέσως μετά από τη συγκομιδή.

Τα βασικά στάδια που περιλαμβάνει η επεξεργασία του ελαιοκάρπου είναι τα ακόλουθα:

1. Παραλαβή
2. Τροφοδοσία – αποφλοίωση
3. Πλύσιμο
4. Σπάσιμο – άλεση του ελαιοκάρπου
5. Μάλαξη
6. Διαχωρισμός του ελαιοκάρπου από την ελαιοζύμη
7. Τελικός διαχωρισμός–καθαρισμός του ελαιολάδου (Fiestas & Borja, 1992, Μπαλατσούρας, 1997).



### 3.3 Διαδικασίες εξαγωγής ελαιολάδου

Ένας βασικός καθοριστικός παράγοντας για την ποιότητα του λαδιού είναι ο τύπος διαδικασίας παραγωγής που χρησιμοποιείται. Οι μέθοδοι εξαγωγής και επεξεργασίας του λαδιού από το φρέσκο ελαιόκαρπο διαφέρουν. Κυμαίνονται από ειδικές βιοτεχνικές προσεγγίσεις και παραδοσιακές τεχνικές σε μεγάλης κλίμακας εμπορικά συστήματα που εφαρμόζουν υψηλής τεχνολογίας βιομηχανικές διαδικασίες παραγωγής. Τα βασικά βήματα που περιλαμβάνουν όλες αυτές οι μέθοδοι επεξεργασίας είναι ωστόσο παρόμοια. Το πρώτο στάδιο αφορά την άλεση ή έκθλιψη του ελαιοκάρπου (που συχνά περιλαμβάνει και τους πυρήνες). Αυτή η πάστα ελαιοκάρπου (που ονομάζεται ελαιοπυρήνας) πιέζεται στη συνέχεια για να παράγει μια υγρή ουσία που τελικά διαχωρίζεται σε λάδι, νερό και στερεά στοιχεία. Χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνικές για την έκθλιψη, την πίεση και το διαχωρισμό των λαδιών.

Οι κύριες διαδικασίες παραγωγής που προτιμούν τα ελαιοτριβεία στην Ε.Ε. μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις μεθοδολογικές προσεγγίσεις.

Αυτές είναι:

- Παραδοσιακές μέθοδοι – περιλαμβάνουν το άλεσμα των πυρήνων και τεχνικές μηχανικής έκθλιψης
- Διαδικασία διαχωρισμού δύο φάσεων – βασίζεται σε οριζόντιο σύστημα φυγοκέντρισης που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό και την εξαγωγή του λαδιού
- Διαδικασία διαχωρισμού τριών φάσεων– βασίζεται επίσης στην τεχνολογία οριζόντιας φυγοκέντρισης και περιλαμβάνει μία επιπλέον φάση κάθετης φυγοκέντρισης.

Κατά μέσο όρο, οι τεχνικές αυτές μπορούν να παράγουν περίπου 200 kg λαδιού ανά τόνο επεξεργασμένου ελαιοκάρπου. Αυτό ισούται με περίπου 1 λίτρο λαδιού ανά 2.000 ελιές.

### 3.4 Παράγοντες ποιότητας ελαίου

Σε γενικές γραμμές, η πρώτη έκθλιψη έχει την τάση να παράγει λάδι με την ανώτερη ποιότητα και οι ελιές που υπόκεινται σε δεύτερη ή τρίτη έκθλιψη είναι πιθανό να παράγουν λάδια των οποίων η ποιότητα μειώνεται με κάθε έκθλιψη.

Η ποιότητα του λαδιού επηρεάζεται και από τη χρονική στιγμή. Η ημερομηνία συγκομιδής του καρπού της ελιάς είναι κρίσιμη για την επίτευξη της ανώτερης ποιότητας ελαιόλαδου. Συνήθως η συγκομιδή γίνεται στο τέλος του φθινοπώρου όταν ο καρπός έχει φθάσει στο βέλτιστο επίπεδο ωρίμανσης και η περιεκτικότητα σε λάδι θεωρείται ότι έχει κορυφωθεί. Επιπλέον, ο καρπός θα πρέπει ιδανικά να υποστεί επεξεργασία σχετικά σύντομα μετά τη συγκομιδή, συνήθως εντός 48 ωρών. Οι χρόνοι αποθήκευσης θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλοι ώστε να επιτραπεί στον καρπό να ζεσταθεί και να απελευθερώσει εύκολα το λάδι του, αλλά αρκετά σύντομοι για την αποφυγή των αρνητικών επιπτώσεων που προκαλεί η ζύμωση κατά τη διάρκεια της φυσικής αποδόμησης του ελαιοκάρπου.

### **3.5 Παραδοσιακές τεχνικές παραγωγής ελαιολάδου**

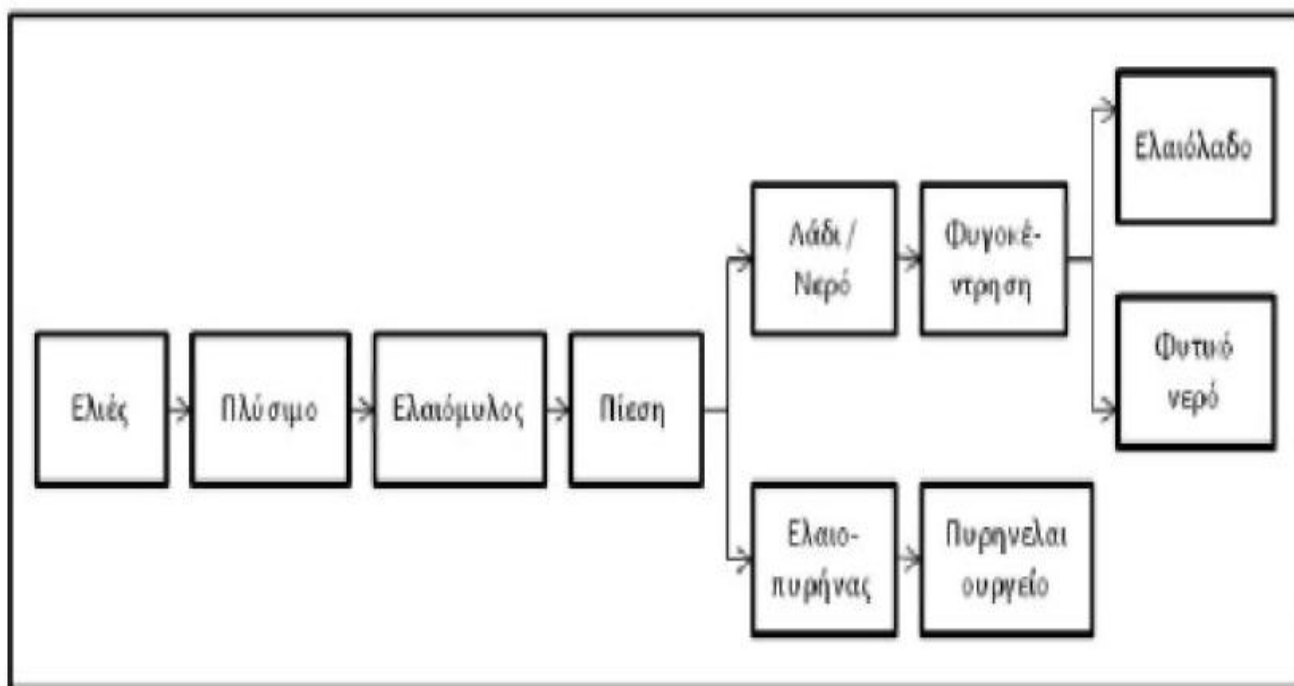
Τα κλασσικά ελαιουργικά συγκροτήματα, αποτελούν τα πρώτα συστήματα, τα οποία εφαρμόστηκαν από αρχαιοτάτων χρόνων για την εξαγωγή ελαιολάδου σε όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες. Ο τρόπος με τον οποίο τα χρησιμοποιούσαν, καθώς και ο εξοπλισμός τους με την πάροδο των αιώνων συνεχώς και βελτιώνονταν. Οι παραδοσιακές μεθοδολογίες είναι γνωστές ως *ασυνεχή* συστήματα, λόγω της ασυνεχούς (εκκίνηση- σταμάτημα) φύσης τους που έχει ως αποτέλεσμα τις ξεχωριστές παρτίδες λαδιού, αντί της συνεχούς παροχής.

Οι παραδοσιακές μέθοδοι ξεκινούν με το καθάρισμα των ελιών από φύλλα ή κλαριά. Οι καθαρές ελιές πλένονται με κρύο νερό και στεγνώνονται πριν συνθλιφτούν σε μια λεία πάστα ελαιοκάρπου χρησιμοποιώντας πέτρινο εξοπλισμό άλεσης. Η πάστα ελαιοκάρπου που προκύπτει απλώνεται στη συνέχεια σε τάπητες φυσικής ίνας, ορισμένες φορές σε έως και 50 στρώσεις, σε κάθετο πιεστήριο για την εξαγωγή αυτού που καλείται πρώτο λάδι *ψυχρής πίεσης*. Οι τάπητες πιέζονται με την άσκηση σχετικά μικρής πίεσης για την εξαγωγή του ελαιώδους υγρού που περιέχει ένα μείγμα από λάδι και νερό.

Το υγρό αφήνεται να διαχωριστεί καθώς το λάδι επιπλέει στην επιφάνεια λόγω της διαφοράς στην πυκνότητα. Παραδοσιακά, οι παρτίδες λαδιού δεν φιλτράρονται καθώς το φιλτράρισμα αφαιρεί πολλές ωφέλιμες θρεπτικές ουσίες. Ένα κλασσικό πιεστήριο πλήρως εξοπλισμένο στην σημερινή του μορφή, με όλα τα μηχανήματα που το συνοδεύουν είναι: χοάνη συλλογής ελαιοκάρπου, μεταφορικός ιμάντας ελαιοκάρπου,

αποφυλλωτήριο ελαιοκάρπου, πλυντήριο ελαιοκάρπου, συγκρότημα άλεσης με πέτρες, διάταξη μαλακτήρα με δοσομετρητή, κατακόρυφος ελαιοδιαχωριστήρας και λέβητας με καυστήρα πυρηνόξυλου.

Στο σχήμα που ακολουθεί, παρουσιάζεται σχηματικά το διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας ενός κλασσικού ελαιουργικού συγκροτήματος. Ο ελαιοπυρήνας που προκύπτει, οδηγείται σε πυρηνελαιουργεία για την περαιτέρω επεξεργασία του (Ποντίκης, 2000).



**Σχήμα 3.5.1** Διάγραμμα ροής του παραδοσιακού συστήματος παραγωγής ελαιόλαδου (www.tdcolive.net, ημερ. πρόσβασης 17-03-2015)

### 3.6 Σύγχρονες μέθοδοι παραγωγής ελαιόλαδου

Οι πιο σύγχρονες προσεγγίσεις στην παραγωγή ελαιόλαδου εξελίσσονται συνεχώς και σήμερα η τεχνολογία είναι αρκετά ανεπτυγμένη. Οι μονάδες παραγωγής μεγάλης κλίμακας λειτουργούν σε 24ωρη βάση κατά τη διάρκεια της περιόδου συγκομιδής, εφαρμόζοντας πλήρως μηχανοποιημένα συστήματα για την έκθλιψη του ελαιοκάρπου, την εξαγωγή λαδιού και τη συσκευασία των προϊόντων. Οι πρόσφατες εξελίξεις έχουν επικεντρωθεί στη βελτίωση του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό του ελαιόλαδου από τα κατάλοιπα, και οι τελευταίες εξελίξεις περιλαμβάνουν νέους τύπους φυγοκεντρικών συστημάτων.

Η πάστα ελαιοκάρπου που προέρχεται από την έκθλιψη και την άλεση στροβιλίζεται με υψηλή ταχύτητα σε περιστρεφόμενο διαχωριστή και το λάδι, που είναι πιο ελαφρύ, μετακινείται προς τα σημεία συλλογής κοντά στον άξονα περιστροφής, ενώ η βαρύτερη πάστα και τα λύματα στροβιλίζονται προς την εξωτερική άκρη του διαχωριστή.

Τα πλεονεκτήματα αυτών των συστημάτων συνεχούς παραγωγής είναι:

- Η υψηλή ικανότητα παραγωγής που αποφεύγει την αποθήκευση του ελαιοκάρπου κατά τη διάρκεια της παραγωγής παρτίδων και επομένως επιτρέπει τη συνεχή τροφοδοσία με πιο φρέσκο ελαιόκαρπο, πράγμα το οποίο ενισχύει την ποιότητα του λαδιού.
- Η βελτιωμένη απόδοση, καθαριότητα και υγιεινή από την έντονα μηχανοποιημένη τεχνολογία που έχει σχεδιαστεί προσεχτικά ώστε να είναι σε συμμόρφωση με τα διεθνή πρότυπα υγιεινής.

### **3.7 Φυγοκεντρικό ελαιουργικό συγκρότημα τριών φάσεων**

Αυτοί οι τύποι ελαιοτριβείων έγιναν στην προσπάθεια των ανθρώπων που ασχολούνταν με τον ελαιουργικό τομέα να εφεύρουν τρόπους, των οποίων η εφαρμογή θα εξαντλούσε σε μεγαλύτερο βαθμό το ελαιόλαδο από τον ελαιόκαρπο, καθώς επίσης και την μείωση των χρόνων επεξεργασίας στο ελάχιστο. Ακόμα, επιδιώχθηκε η όλη διαδικασία παραγωγής να είναι όσο το δυνατόν συνεχής και χωρίς νεκρούς χρόνους. Η παρούσα διαδικασία χρονολογείται από τη δεκαετία του 1970-1980. Η τριφασική διαδικασία αποτελεί μια συνεχής διαδικασία (continuous process) που έχει αντικαταστήσει την παραδοσιακή μέθοδο.

Όλοι οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές ελαιοζύμης χαρακτηρίζονται από:

- Οριζόντιο άξονα
- Οριζόντιο τύμπανο
- Εξωθητικό κοχλία, που περιστρέφεται με ελαφρά λιγότερες στροφές, αλλά κατά την ίδια φορά με το τύμπανο, έτσι ώστε να μετατοπίζει συνεχώς τις στερεές ύλες προς το άκρο του τυμπάνου.

Ο φυγοκεντρικός αυτός διαχωριστής με οριζόντιο άξονα και εξωθητικό κοχλία, είναι γνωστός στην βιομηχανία ελαιολάδου, ως decanter. Διαχωρίζει την ελαιοζύμη σε τρεις χωριστές φάσεις, την ελαιοπυρήνα, το ελαιόλαδο και τα φυτικά υγρά και νερά. Είναι

συνεχούς λειτουργίας, με τη λάσπη (ελαιοπυρήνα), να ωθείται συνεχώς έξω από τον ελαιοδιαχωριστή, με τη βοήθεια κοχλία μεταφοράς.

Έτσι, ενώ μέχρι πριν από λίγα χρόνια τα ελαιοτριβεία με υδραυλικό πιεστήριο ήταν το μόνο σύστημα έκθλιψης του ελαιοκάρπου, η έλλειψη εργατικών χεριών, η ανάγκη αυτοματισμού της επεξεργασίας και η μείωση του κόστους παραγωγής του ελαιολάδου, είχε σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή αντικατάσταση τους από τον φυγοκεντρικό τύπο (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 1999).

Τα διάφορα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου σε ένα ελαιοτριβείο φυγοκεντρικού τύπου είναι τα εξής:

- Παραλαβή ελαιοκάρπου
- Πλύσιμο
- Άλεση
- Μάλαξη ελαιοζύμης
- Φυγοκέντριση ελαιοζύμης (decanter)
- Φυγοκέντριση ελαιολάδου και φυτικών υγρών ( διαχωριστές )
- Παραλαβή ελαιολάδου

Τα μηχανήματα είναι συνδεδεμένα υπό μορφή συνεχούς γραμμής, πλήρως αυτοματοποιημένης σε ότι αφορά τη λειτουργία. Χαρακτηριστικό αυτού του τύπου ελαιοτριβείο είναι η συνεχής ροή του υλικού από το στάδιο του καρπού ως τα τελικά προϊόντα, το ελαιόλαδο και την ελαιοπυρήνα. Η ελαιοπυρήνα περιέχει 12% περίπου λάδι, γεγονός που την καθιστά αξιοποιήσιμη και για αυτό το λόγο οδηγείται στα πυρηνελαιουργεία για εξαγωγή πυρηνελαίου με εκχύλιση. Το κατάλοιπο της διαδικασίας αυτής είναι το πυρηνόξυλο, υλικό με εμπορική αξία (χρησιμοποιείται για θέρμανση).

Από τις πρώτες εφαρμογές, που πραγματοποιήθηκαν, δεν υπήρξαν βασικές διαφορές όσον αφορά στην ποσότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Υπήρξαν, όμως, διαφορές ως προς την ποσότητα των αποβλήτων, λόγω χρήσης περισσότερου νερού στα φυγοκεντρικού τύπου ελαιοτριβεία.

Οι διαφορές των δύο τύπων ελαιοτριβείου παρουσιάζονται πιο κάτω:

#### **A. Κλασσικού τύπου**

##### **Πλεονεκτήματα**

- Σημαντικά μικρότερο κόστος αγοράς
- Μικρότερο ποσοστό υγρασίας στον ελαιοπυρήνα

- Κόστος αντικατάστασης ελαιοσφυρίδων
- Κατασκευασμένα από σίδηρο
- Παραγωγή ποιοτικού ελαιολάδου

#### **Μειονεκτήματα**

- Απαιτείται αρκετά μεγάλο κόστος εργατικών
- Χρήση ελαιοσφυρίδων
- Μικρή απόδοση σε ελαιόλαδο

#### **Β. Φυγοκεντρικού τύπου**

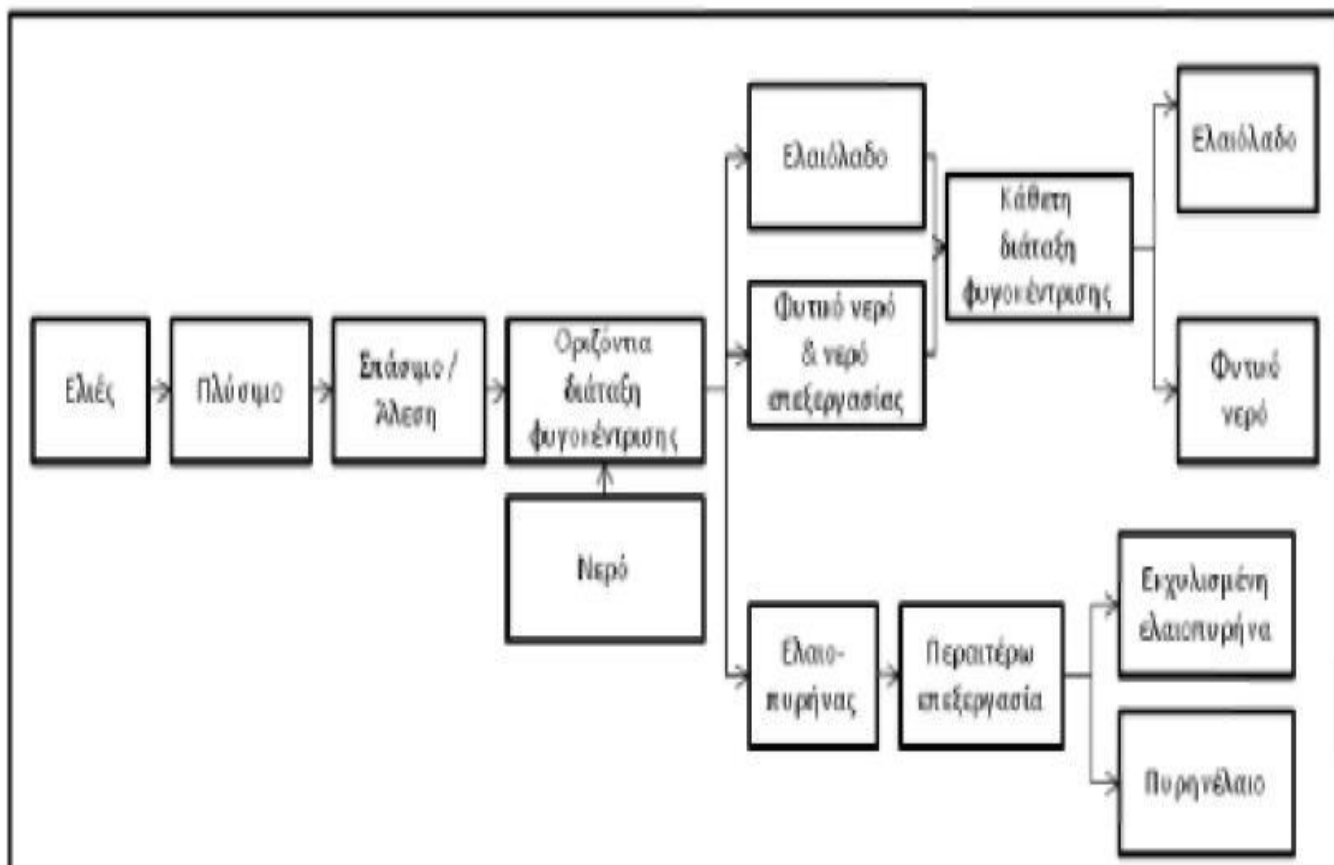
##### **Πλεονεκτήματα**

- Μικρότερο κόστος εργατικών (μέχρι και 70%)
- Κατασκευασμένος από ανοξείδωτο μέταλλο
- Αυτόματη λειτουργία
- Μεγαλύτερη απόδοση σε ελαιόλαδο

##### **Μειονεκτήματα**

- Μεγάλο κόστος αγοράς
- Μεγαλύτερη υγρασία στην ελαιοπυρήνα
- Απαιτείται εξειδικευμένο πρόσωπο
- Μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και νερού
- Παραγωγή μη ποιοτικού ελαιολάδου (Paraskeya & Diamadopoulos, 2006).

Ωστόσο, παρά την εξάντληση της ελαιοζύμης μέχρι ποσοστού κατά μέσον όρο 88% του περιεχομένου σ' αυτήν ελαιολάδου και στις δύο περιπτώσεις διαχωριστών, η ποσότητα του ελαιοπυρήνα, που διαχωρίζεται στην περίπτωση του φυγοκεντρικού διαχωριστή περιέχει 45–50% υγρασία, ενώ στην περίπτωση του παραδοσιακού πιεστηρίου μόνο 25%.



Σχήμα 3.7.1 Διάγραμμα ροής του τριφασικού συστήματος παραγωγής ελαιολάδου  
(www.tdcolive.net, ημερ. πρόσβασης 17-03-2015)

### 3.8 Επεξεργασία δύο φάσεων

Η πιο πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα παραγωγής του ελαιολάδου είναι η διεργασία της φυγοκέντρισης των δυο φάσεων, η οποία ονομάζεται και “οικολογικό σύστημα”. Η νέα αυτή γενιά των ελαιουργείων έχει ως τελικά προϊόντα το καθαρό ελαιόλαδο και την ελαιοπυρήνα αναμεμιγμένη με νερό. Οι διαδικασίες διαχωρισμού **τριών** φάσεων υπήρξαν το πρότυπο της βιομηχανίας για πολλά χρόνια. Περιλαμβάνουν μια αρχική φάση διαχωρισμού κατά την οποία ο ελαιόκαρπος καθαρίζεται και αλέθεται σε πάστα. Στη συνέχεια, η πάστα ελαιοκάρπου γίνεται πιο ρευστή με την προσθήκη ενός λίτρου νερού ανά κιλό πάστας. Η υγρή πάστα στροβιλίζεται, κατά τη διάρκεια της δεύτερης φάσης διαχωρισμού, σε οριζόντιας διάταξης φυγόκεντρο που διαχωρίζει τα στερεά από το ελαιώδες υγρό. Μια τρίτη και τελευταία φάση διαχωρισμού χρησιμοποιεί μια κάθετης διάταξης φυγόκεντρο για το διαχωρισμό του ελαιολάδου από τα λύματα.

Πρόσφατες καινοτομίες έχουν οδηγήσει στην εισαγωγή μιας νέας διαδικασίας φυγοκέντρισης δύο φάσεων που χρησιμοποιεί μια οριζόντια διάταξης φυγόκεντρο για τον πρώτο διαχωρισμό του ελαιόλαδου από τα στερεά υλικά και τα λύματα. Η διαδικασία είναι περίπου η ίδια με την προσέγγιση τριών φάσεων με τη διαφορά ότι αντί να προστίθεται νέο νερό για οριζόντια φυγοκέντρωση, ανακυκλώνονται τα λύματα ελαιοτριβείου σε ένα σύστημα κλειστού κυκλώματος (Μιχελάκης, 2000).

Η ανακύκλωση των λυμάτων ελαιοτριβείου αυξάνει τα επίπεδα πολυφαινόλων στα λάδια και επομένως ενισχύει τη βιοτική τους ικανότητα ως φυσικού προστάτη κατά της οξειδωσης. Τα συστήματα επεξεργασίας κλειστού κυκλώματος δύο φάσεων βοηθούν επίσης στη μείωση του περιβαλλοντικού ίχνους των ελαιοτριβείων επειδή ελαχιστοποιούν την κατανάλωση νερού και μειώνουν τα λύματα. Σε αντίθεση με τα επικρατέστερα φυγοκεντρικά συστήματα τριών φάσεων, τα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία δυο φάσεων παράγουν μικρές ποσότητες Υ.Α.Ε. Σε αυτήν τη διαδικασία δεν προστίθεται επιπλέον νερό στην ελαιοζύμη. Κατά την επεξεργασία 1000 Kg καρπού παράγονται 800 περίπου Kg αποβλήτων.

Ο Μπαλατσούρας, (1997), αναφέρει ότι τα συστήματα αυτά, για κάθε κιλό ελαιολάδου, δίνουν 1-1.25 kg Υ.Α.Ε. Τα στάδια επεξεργασίας σε αυτού του τύπου τα ελαιουργεία είναι συνοπτικά: παραλαβή ελαιοκάρπου, τροφοδοσία, αποφύλλωση και πλύσιμο. Ακολουθεί σπάσιμο-άλεση του ελαιοκάρπου και μάλαξη, προκειμένου η ελαιοζύμη να μετατραπεί σε ομογενή πούλπα. Η παραγωγή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη γίνεται με φυγοκέντρωση. Το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η δύσκολη διαχείριση των στερεών αποβλήτων που προκύπτουν, λόγω του υψηλού ποσοστού υγρασίας. Επιπλέον, ξηραίνεται με αργό ρυθμό και έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο.

Στον πίνακα 3.8.1, παρουσιάζονται οι διαφορές ορισμένων βασικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων που παράγονται από τα τρία συστήματα παραγωγής του ελαιολάδου.



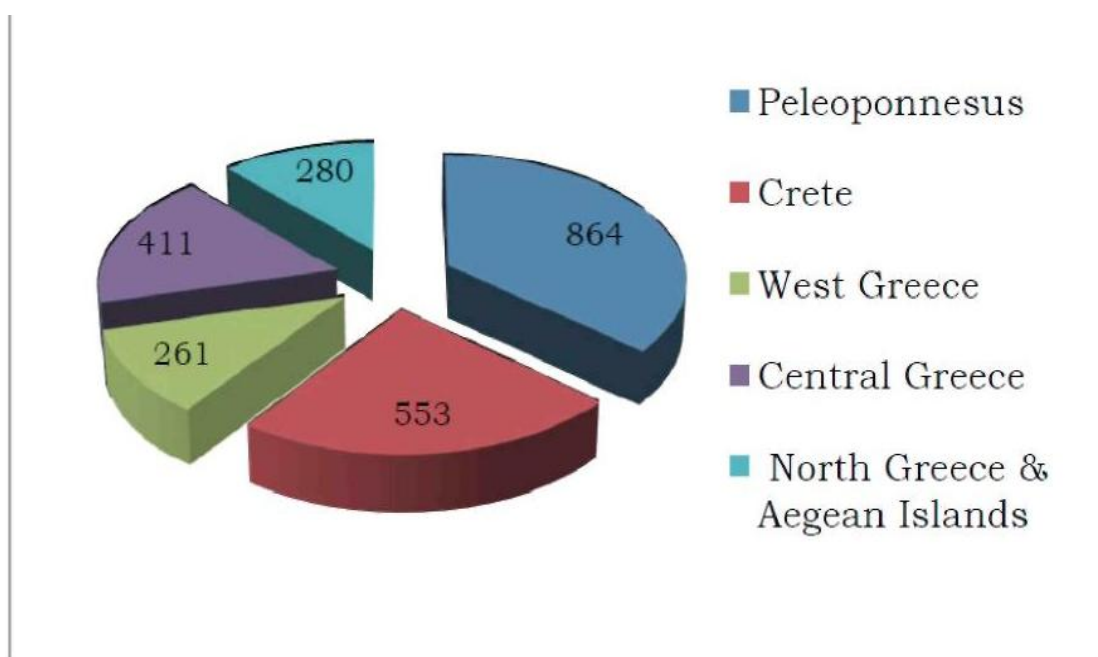
**Πίνακας 3.8.1 Σύγκριση ορισμένων χαρακτηριστικών αποβλήτων από τις τρεις εγκαταστάσεις παραγωγής ελαιολάδου**

Χαρακτηριστικό	Παραδοσιακή	3-Φάσεων	2-Φάσεων
Στερεό υπόλειμμα (Kg/τόνο καρπού)	330	500	800
Υγρά απόβλητα (l/τόνο καρπού)	600	1,200	250
ΒΟΠ <sub>s</sub> Υγρών αποβλήτων (g/l)	94	90	99
Πολυφαινόλες στα υγρά απόβλητα (g/l)	100	80	10
Δείκτες πικρότητας	1.4	0.5	-

(Ενημερωτικό φυλλάδιο του προγράμματος TDC OLIVE  
www.tdolive.net, ημερ. πρόσβασης 17-03-2015)

Από τον πίνακα 3.8.1 προκύπτει ότι, το διαφασικό σύστημα δημιουργεί μεγαλύτερο όγκο στερεού υπολείμματος παράγει όμως, μικρότερα ποσά υγρών αποβλήτων και υψηλότερες τιμές BOD. Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι, η περιεκτικότητα των Υ.Α.Ε σε πολυφαινόλες είναι μικρότερη στο διαφασικό σύστημα, λόγω των χαμηλών ποσών προστιθέμενου νερού. Τέλος, το ελαιόλαδο που προκύπτει από τη διαφασική επεξεργασία είναι υψηλής ποιότητας και σταθερό στην οξείδωση.

**Διάγραμμα 3.8.1 Γεωγραφική κατανομή ελαιοτριβείων στην Ελλάδα**



(Ενημερωτικό φυλλάδιο του προγράμματος TDC OLIVE  
www.tdolive.net, ημερ. πρόσβασης 17-03-2015)

## 4 Απόβλητα ελαιουργείων

### 4.1 Γενικά

Κατά την κατεργασία του ελαιοκάρπου στα ελαιουργεία, παράλληλα με το ελαιόλαδο παράγεται και μία σειρά παραπροϊόντων. Αυτά είναι ο ελαιοπυρήνας, που αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (κυρίως του κουκουτσιού), τα ελαιόφυλλα που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιοκάρπο και μια σημαντική σε όγκο και οργανικό φορτίο ποσότητα υγρών αποβλήτων, που είναι γνωστά ως "λιοζούμι", "κατσίγαρος" ή "μούργα", που διεθνώς είναι γνωστό με την ονομασία *olive mill waste water* (OMW ή OMWW).

Οι παραδοσιακές μέθοδοι επεξεργασίας του ελαιόλαδου εκτιμάται ότι παράγουν μεταξύ 400 και 600 λίτρα *alpechin* (λύματα) ανά τόνο επεξεργασμένων ελιών. Τα επίπεδα λυμάτων ελαιοτριβείων από τις διαδικασίες τριών φάσεων είναι πολύ υψηλότερα, και παράγουν από 800 έως 1000 λίτρα λυμάτων ελαιοτριβείου ανά τόνο επεξεργασμένων ελιών. Με τη διαδικασία δύο φάσεων δεν παράγονται σχεδόν καθόλου λύματα, αν και τα απόβλητα έχουν την τάση να έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υγρά που έχουν υψηλό κόστος επεξεργασίας.

Συνολικά, εκτιμάται ότι παράγονται περίπου 4,6 εκατομμύρια τόνοι λυμάτων ελαιοτριβείου το χρόνο σε ευρωπαϊκό επίπεδο και μεγάλη ποσότητα από αυτά είναι στην ουσία νερό (80- 83%). Οι οργανικές συνθέσεις (κυρίως φαινόλες, πολυφαινόλες και τανίνες) αποτελούν το 15-18% του περιεχομένου των λυμάτων, ενώ τα ανόργανα στοιχεία (όπως τα άλατα καλίου και τα φωσφορικά άλατα) αποτελούν το υπόλοιπο 2% (Κυριτσάκης, 1988).

Αυτά τα ποσοστά διαφοροποιούνται ανάλογα με παράγοντες που σχετίζονται με το κλίμα και τις συνθήκες του εδάφους, τη διαχείριση αγροκτημάτων, τις μεθόδους συγκομιδής και τις διαδικασίες εξαγωγής ελαιόλαδου.

Η παρουσία πρωτεϊνών, ανόργανων ουσιών και πολυσακχαριδίων στα λύματα σημαίνει ότι τα λύματα ελαιοτριβείων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα καθώς και στην άρδευση. Ωστόσο, οι ευκαιρίες επαναχρησιμοποίησης περιορίζονται από την αφθονία των φαινολικών ενώσεων που είναι τόσο αντιμικροβιακές όσο και φυτοτοξικές.

Αυτές οι φαινόλες καθαρίζονται δύσκολα και δεν ανταποκρίνονται καλά στη συμβατική αποδόμηση με τη χρήση τεχνικών που βασίζονται στα βακτήρια. Επομένως τα ρυπαντικά φορτία των ελαιοτριβείων είναι σημαντικά με επίπεδα BOD (βιολογικός

απαιτούμενο οξυγόνο σε 5 ημέρες) και COD (χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο) της τάξης των 20.000 και 35.000 mgr ανά λίτρο. Αυτό αντιπροσωπεύει ένα ιδιαίτερα μεγάλο φορτίο οργανικής ύλης συγκριτικά με τα συνήθη αστικά λύματα, με επίπεδα μεταξύ 400 mgr και 800 mgr ανά λίτρο.

Η αναερόβια χώνευση των λυμάτων ελαιοτριβείων οδηγεί σε αφαίρεση μόνο του 80 με 90% του COD και αυτή η επεξεργασία παραμένει ανεπαρκής για να επιτρέψει τη διάθεση των λυμάτων ελαιοτριβείου στο περιβάλλον. Η απόρριψη μη ασφαλών λυμάτων ελαιοτριβείων στα υδάτινα συστήματα μπορεί να οδηγήσει σε ταχεία αύξηση στον αριθμό των μικροοργανισμών. Αυτοί οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες οξυγόνου στο νερό και μειώνουν επομένως το μερίδιο που είναι διαθέσιμο για τους άλλους ζωντανούς οργανισμούς. Αυτό μπορεί πολύ γρήγορα να κλυδωνίσει την ισορροπία ενός ολόκληρου οικοσυστήματος.

Επίσης ανησυχίες προκαλούνται από τις υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου στα λύματα ελαιοτριβείων, δεδομένου ότι εάν αυτός απελευθερωθεί στα υδάτινα ρεύματα μπορεί να ενθαρρύνει και να επιταχύνει την ανάπτυξη φυκών. Οι έμμεσες επιπτώσεις περιλαμβάνουν τον ευτροφισμό που μπορεί να καταστρέψει την οικολογική ισορροπία τόσο στα υπόγεια όσο και στα επιφανειακά υδάτινα συστήματα. Ο φώσφορος παραμένει δύσκολος στην αποδόμηση και έχει την τάση να διασκορπίζεται μόνο σε μικρές ποσότητες με εναποθέσεις μέσω των τροφικών αλυσίδων (φυτά, ασπόνδυλα, ιχθείς, πτηνά κ.ά.).

Η παρουσία μεγάλων ποσοτήτων φωσφορικών θρεπτικών ουσιών στα λύματα ελαιοτριβείων επιτρέπει στους παθογόνους οργανισμούς να πολλαπλασιάζονται και να μολύνουν τα ύδατα. Αυτό μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες στην τοπική υδάτινη ζωή, καθώς και στους ανθρώπους και τα ζώα που έρχονται σε επαφή με το νερό (Μπλίκια, 2009).

Τα λύματα των ελαιοτριβείων μπορούν να προκαλέσουν αρκετά άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα:

- Λιπίδια στα λύματα ελαιοτριβείων που παράγουν μια αδιαπέραστη μεμβράνη στην επιφάνεια των ποταμών, στις όχθες τους και στις γειτονικές αγροτικές γαίες. Αυτή η μεμβράνη στερεί το ηλιακό φως και το οξυγόνο από τους μικροοργανισμούς στο νερό με αποτέλεσμα τη μειωμένη ανάπτυξη των φυτών στις όχθες των ποταμών και τη συνεπαγόμενη διάβρωση του εδάφους.
- Τα οξέα, οι ανόργανες και οι οργανικές ουσίες στα λύματα ελαιοτριβείων μπορούν

να επηρεάσουν αρνητικά την κατιοανταλλακτική ικανότητα (CEC) των εδαφών. Η CEC (Cation Exchange Capacity) χρησιμοποιείται ως μέσο μέτρησης της γονιμότητας του εδάφους και αναφέρεται στην ικανότητα κάποιου εδάφους να ανταλλάσσει κατιόντα (θετικά φορτισμένα ιόντα) μεταξύ του εδάφους και του διαλύματος εδάφους (Cabrera et al., 1996).

- Μπορεί να δημιουργηθούν δυσάρεστες οσμές σε εκτεταμένη περιοχή λόγω της ζύμωσης των λυμάτων ελαιοτριβείων που διατίθενται στο φυσικό περιβάλλον, με την εκπομπή μεθανίου και άλλων δύσοσμων αερίων, όπως το υδρόθειο (Paraskeva, and Diamadopoulos, 2006).

#### **4.2 Κατανάλωση νερού**

Οι καταναλώσεις νερού στα διάφορα στάδια κατεργασίας του ελαιοκάρπου ποικίλουν και εξαρτώνται από τη φύση και την κατάστασή του, από τη μέθοδο κατεργασίας (έκθλιψη ή φυγοκέντριση), καθώς και από τις πρακτικές και την τακτική του ελαιοτριβείου. Διακυμάνσεις μεγάλες παρουσιάζονται στην πλύση του ελαιοκάρπου, όπου είναι δυνατό να έχουμε μία κατανάλωση από 0-50% επί του αρχικού βάρους. Ωστόσο, για λόγους οικονομίας, στα περισσότερα ελαιοτριβεία αποφεύγεται όσο το δυνατό, η μεγάλη κατανάλωση νερού για το πλύσιμο του ελαιοκάρπου.

#### **4.3 Κατανάλωση ενέργειας**

Η πιο συνηθισμένη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις του κλάδου είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από την ισχύ του εγκατεστημένου εξοπλισμού που είναι συνήθως ανάλογη της δυναμικότητας των μονάδων.

#### **4.4 Εκπομπές ρύπων**

Το κύριο πρόβλημα στα ελαιοτριβεία είναι τα υγρά απόβλητα, καθώς παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλούς δείκτες ρύπανσης (BOD, COD, αιωρούμενα στερεά) και περιέχουν φυσικές χρωστικές ουσίες που είναι πολύ δύσκολο να απομακρυνθούν με τις κλασσικές μεθόδους καθαρισμού.

#### **4.5 Στερεά απόβλητα**

Τα στερεά απόβλητα αποτελούνται από ένα μίγμα στερεών συστατικών, όπως τον ελαιοπυρήνα και τα φύλλα των ελαιόδεντρων που συλλέχθηκαν κατά τη συγκομιδή του ελαιοκάρπου. Ο ελαιοπυρήνας μεταφέρεται σε ειδικές εγκαταστάσεις (πυρηνελουργεία), μετά από ξήρανση στους 60°C, εξάγεται με διάλυμα εξαίνιου για την παραγωγή του πυρηνέλαιου. Από τη διαδικασία αυτή παράγονται ετησίως περίπου 170.000 τόνοι λαδιού και 1.600.000 τόνοι πυρηνόξυλου, το οποίο χρησιμοποιείται σαν καύσιμο και καλύπτει πλήρως ή μερικώς τις ενεργειακές ανάγκες των ελαιοτριβείων, σε φούρνους, σε ειδικά ημιαυτόματα συστήματα κεντρικής θέρμανσης σπιτιών, θερμοκηπίων, ακόμη σε μονάδες παραγωγής ασβέστη και για κομποστοποίηση ως εδαφοβελτιωτικό.

Συνήθως η μεταφορά και η επεξεργασία του ελαιοπυρήνα από τα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία είναι ασύμφορη, λόγω μεγάλης απόστασης των ελαιοτριβείων από τα πυρηνελουργεία και λόγω υψηλής υγρασίας του πυρήνα. Αποτέλεσμα αυτού είναι ο ελαιοπυρήνας να μένει ανεκμετάλλευτος και να δημιουργείται καινούργια εστία ρύπανσης. Τα φύλλα των ελαιόδεντρων και τα κλαδιά, ένα μικρό μέρος τους χρησιμοποιούνταν ως ζωοτροφή.

Πρόσφατα άρχισε η περαιτέρω αξιοποίησή τους για την παρασκευή χημικών και εδαφοβελτιωτικών υλικών, διότι η περιεκτικότητα των φύλλων σε άζωτο και κάλιο είναι πλούσια (Πολυράκης, 2002).

#### **4.6 Αέρια απόβλητα**

Τα μοναδικά αέρια που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία των ελαιοτριβείων είναι τα μηχανήματα εσωτερικής καύσης και τα καυσαέρια καύσης του ελαιοπυρήνα. Το γεγονός ότι τα περισσότερα ελαιοτριβεία εγκαθίστανται εκτός αστικών περιοχών, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει επιβάρυνση για τις κατοικημένες περιοχές. Για αυτούς τους αέριους ρύπους που εκπέμπονται σε σχέση με τον όγκο του ατμοσφαιρικού αποδέκτη, οδηγούμαστε στο τελικό συμπέρασμα ότι η επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τις αέριες εκπομπές των ελαιοτριβείων θεωρούνται αμελητέες (Μιχελάκης, 2000 και Μπαλατσούρας, 1997).

#### 4.7 Υγρά απόβλητα

Τα κύρια απόβλητα κατά την παραγωγή ελαιόλαδου είναι υγρά απόβλητα και προέρχονται από το στάδιο της έκθλιψης (εφόσον χρησιμοποιείται ως μέθοδος εξαγωγής ελαιόλαδου), το στάδιο του τελικού φυγοκεντρικού διαχωρισμού και το στάδιο της πλύσης του ελαιοκάρπου με καθαρό νερό. Υγρά απόβλητα είναι τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου, αυξημένα με το νερό κατεργασίας (πλύση ελαιοκάρπου, αραιώση ελαιοζύμης, πρόσθετο νερό διαχωριστήρων, καθαρισμός ελαιοτριβείου κ.λπ.). Τα απόβλητα είναι σκοτεινού χρώματος με χαρακτηριστική οσμή και σύμφωνα με τα περιορισμένα διαθέσιμα στοιχεία παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλούς δείκτες ρύπανσης (BOD, COD, αιωρούμενα στερεά) (Αντωνόπουλος, 2001).

Ο όγκος των αποβλήτων για τα μικρά ελαιοτριβεία (π.χ. μέχρι 3 πιεστήρια), υπολογίζεται σε 1 m<sup>3</sup>/τόνο ελαιοκάρπου ή σε 5 m<sup>3</sup>/τόνο ελαιόλαδου με πιθανή διακύμανση από 3-5,5 m<sup>3</sup>/τόνο ελαιόλαδου (Economidou, 1993, Μαρκαντωνάτος, 1990). Το 16-20% των αποβλήτων προέρχεται από το στάδιο της πλύσης, το 76-80% από το στάδιο της έκθλιψης και διαχωρισμού και το 4% είναι υγρά απόβλητα απολάσπωσης από το στάδιο του τελικού διαχωρισμού. Στη βιβλιογραφία δίδονται οι εξής τιμές για την ποιότητα των αποβλήτων: BOD: 42 kg/τόνο ελαιοκάρπου ή 210 kg/τόνο ελαιόλαδου, και TSS: 65 kg/τόνο ελαιοκάρπου ή 325 kg/τόνο ελαιόλαδου (Economidou, 1993).

Για τα κλασσικά φυγοκεντρικά συστήματα (3 φάσεων), τα υγρά απόβλητα υπολογίζονται σε 1.4 m<sup>3</sup>/τόνους ελαιοκάρπου (Economidou, 1993) ή σε 7,5-8,2 m<sup>3</sup>/τόνο ελαιόλαδου (Economidou, 1993, Μαρκαντωνάτος, 1990), λόγω χρησιμοποίησης μεγαλύτερης ποσότητας νερού στην κατεργασία. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση αυτή, το 10-11% των υγρών αποβλήτων προέρχεται από το στάδιο της πλύσης, το 84-85% από το στάδιο του φυγοκεντρικού διαχωρισμού και το 4-5% είναι υγρά απόβλητα απολάσπωσης.

Στη βιβλιογραφία δίδονται οι εξής τιμές για την ποιότητα των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία που χρησιμοποιούν φυγοκεντρικά συστήματα: BOD<sub>5</sub>: 19 kg/τόνο ελαιοκάρπου ή 95 kg/τόνο ελαιόλαδου, και TSS: 91 kg/τόνο ελαιοκάρπου ή 455 kg/τόνο ελαιόλαδου (Economidou, 1993).

**Πίνακας 4.7.1 Ενδεικτικά ποιοτικά στοιχεία για τα απόβλητα των ελαιοτριβείων (Ελλάδα)**

Παράμετρος	Μονάδες	Τιμές		
		Γενικά	Συγκρότημα	
			Κλασσικό Πιεστήριο	Φυγοκεντρικό
BOD	mg/L	9.200 - 20.000	22.000 - 62.000	13.000 - 14.000
COD	mg/L	100.000 - 118.000	59.000 - 162.000	39.000 - 78.000
SS	mg/L	65.000		
pH		3 - 5	4,6 - 4,9	~5,2
Οξύτητα (σε ελαϊκά)	mg/L	34.000		

(Economopoulos, 1993)

Παρατήρηση: Όταν στα ελαιοτριβεία εφαρμόζεται φυγοκέντριση 2 φάσεων όπου δεν γίνεται προσθήκη νερού στα decanters, το εξερχόμενο είναι μόνο λάδι και ελαιοπυρήνας και όχι φυτικά υγρά. Άρα, το πλεονέκτημα της νέας τεχνικής είναι το ότι δεν παράγονται μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων.

Ωστόσο, μειονέκτημα αποτελεί ο υψηλής υγρασίας ελαιοπυρήνας που προκύπτει (υγρασία: 62-70%), ο οποίος δεν μπορεί να επεξεργαστεί αυτοτελώς από τα συμβατικά πυρηνελαιουργεία.

Όσον αφορά τη σύσταση των υγρών και των στερεών αποβλήτων της ελαιουργίας, θα πρέπει να διευκρινιστεί, ότι οι τιμές που δίνονται στη βιβλιογραφία διαφέρουν. Αυτό είναι λογικό αν σκεφτεί κανείς ότι τα ελαιουργεία έχουν εποχιακή λειτουργία, καθημερινά παραλαμβάνουν και ελαιοποιούν ελαιόκαρπο διαφορετικής προέλευσης-μεταχείρισης-ποικιλίας, αλλά και χρησιμοποιούν διαφορετική τεχνολογία. Συνεπώς

μόνο μία ιδέα μπορεί να σχηματιστεί και αυτή αφορά κυρίως το εύρος διακύμανσης των παραμέτρων (Prosodol-Life, 2011).

Το εύρος αυτό διαφέρει πάντως και από χώρα σε χώρα.

Στον πίνακα 4.7.2 που ακολουθεί, παρουσιάζονται μερικές παράμετροι των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων στην Ισπανία και στην Ιταλία (Knupp G., et al., 1996).

**Πίνακας 4.7.2 Παράμετροι των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Ισπανία-Ιταλία)**

<b>Παράμετρος</b>	<b>Ισπανία (Granada)</b>	<b>Ιταλία (Liguria)</b>
<i>COD (mg/l)</i>	49.000	80.400
<i>BOD5 (mg/l)</i>	4.200	11.500
<i>Ξηρή ουσία (g/l)</i>	35,1	73,0
<i>pH</i>	4,9	5,2

(Knupp G., et al., 1996)



**Εικόνα 4.7.1 Απόβλητα ελαιοτριβείων**



#### 4.8 Κατσίγαρος

Ο κατσίγαρος συνίσταται από το υδατικό κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου και από το νερό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις παραγωγής του λαδιού στο ελαιουργείο. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα υδατικό φυτικό εκχύλισμα, που περιέχει μία σειρά από ουσίες όπως σάκχαρα, αζωτούχες ενώσεις, οργανικά οξέα, πολυαλκοόλες, πολυφαινόλες και υπολείμματα ελαίου. Η άμεση επίπτωση του κατσίγαρου στο περιβάλλον είναι η αισθητική υποβάθμιση που προκαλεί και η οποία οφείλεται στην έντονη οσμή του και στο σκούρο χρώμα του. Παράλληλα, εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου που περιέχει, είναι πιθανόν να δημιουργήσει ευτροφικά φαινόμενα σε περιπτώσεις που καταλήγει σε αποδέκτες με μικρή επανακυκλοφορία νερών (κλειστούς θαλάσσιους κόλπους, λίμνες κ.τ.λ.).

Από τα συστατικά που περιέχονται στον κατσίγαρο, οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι από τη μία πλευρά προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών και αποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών, ενώ από την άλλη είναι υπεύθυνες για τη συντήρηση της ποιότητας του λαδιού στο χρόνο (χαμηλή οξύτητα) ως φυσικό συντηρητικό. Επειδή η παραγωγή του ελαιολάδου είναι μία φυσική διαδικασία, πρέπει να σημειωθεί ότι ο κατσίγαρος δεν περιέχει άλλες ουσίες που είναι ιδιαίτερα τοξικές, όπως τα βαρέα μέταλλα και οι συνθετικές οργανικές ενώσεις (Oreopoulou and Russ, 2007).

#### 4.9 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων ελαιουργείου

Στις μεσογειακές χώρες η συνολική ποσότητα παραγωγής υγρών αποβλήτων ξεπερνά τα 30 εκατομμύρια κυβικών μέτρων κάθε χρόνο. Στην Ελλάδα η συνολική παραγωγή υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων είναι περίπου 1.5 εκατομμύριο κυβικά μέτρα ετησίως, αφού υπάρχουν γύρω στα 2.500 ελαιοτριβεία σε ολόκληρη την Ελλάδα. Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων αποτελούν πηγή ρύπανσης των εδαφών και των υδάτινων πόρων εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου που έχουν.

Το οργανικό φορτίο αποτελείται από δύσκολες αλλά και εύκολα βιοδιασπώμενες ενώσεις. Τα περισσότερα ελαιουργεία, παραδοσιακά και τριφασικά έχουν δυναμικότητας 10-20 tn ελαιοκάρπου ανά ημέρα. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια να προκύπτουν ημερησίως 8 m<sup>3</sup> και 15 m<sup>3</sup> αντιστοίχως υγρά απόβλητα την ημέρα.

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Έντονο σκούρο καφέ έως σχεδόν μαύρο χρώμα
- Έντονο χαρακτηριστικό άρωμα
- Υψηλό οργανικό φορτίο, όπου μέρος αυτού είναι δύσκολα αποικοδομήσιμο με την αναλογία COD/BOD να κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 5
- pH που κυμαίνεται από 3 έως 6 (ελαφρώς όξινο)
- Υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα
- Υψηλό περιεχόμενο σε πολυφαινόλες
- Υψηλό περιεχόμενο σε στερεή ύλη

Τα υγρά απόβλητα του ελαιοτριβείου ανήκουν στη κατηγορία των γεωργικών αποβλήτων. Επηρεάζονται από κάποιους παράγοντες για αυτό το λόγο υπάρχει ένα εύρος των τιμών των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν τη σύσταση του κατσίγαρου.

- Ποικιλία των ελιών
- Ηλικία ωρίμανσης των καρπών των ελαιόδεντρων
- Κλιματολογικές συνθήκες
- Τύπο του εδάφους
- Τύπο της τεχνολογίας παραγωγής και τρόπος διαχωρισμού ελαιόλαδου από την ελαιοζύμη.
- Χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων
- Χρόνο συγκομιδής και αποθήκευσης πριν την επεξεργασία (Βορεάδου, 1993).

Οι χαρακτηριστικές παράμετροι των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων και το εύρος τιμών τους παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες 4.9.1, 4.9.2 και 4.9.3.

**Πίνακας 4.9.1 Τοπική σύσταση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων**

Παράμετρος	Vlyssides et al., 1996		Di Giovacchino & Mascolo, 1988	
	Πίεσης	3-φασικό	Πίεση	3-φασικό
Ολικά στερεά, g/l	99,7	63,5	129.7	61.1
Ολικά αιωρούμενα στερεά, g/l	4,51	2,80		
Ολικά πτητικά στερεά, g/l	87,2	57,4		
Στάχτη, g/l	9,69	6,13	20	6.4
Ολικός οργανικός άνθρακας, g/l	64,1	39,8		
Ολικό άζωτο Kjeldahl, g/l	1,15	0,76		
Φώσφορος (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), g/l	0,87	0,53		
pH	4,50	4,80	5.27	5.23
BOD <sub>5</sub> , mg/l	68.700	45.500		
COD, mg/l	158.000	92.500	146.000	85.700
Ειδικό βάρος, g/ cm <sup>3</sup>	1,05	1,05	1.049	1.020
Αγωγιμότητα, mmhos/ cm	18,0	12,0		
Ολικά σάκχαρα, g/l	25,9	16,1	35.8	15.9
Λίπη και έλαια, g/l	2,80	1,64	2.26	5.78
Πολυαλκοόλες, g/l	4,75	3,19		
Ολικές φαινόλες, g/l	17,2	10,6	6.2	2.7
Ταννίνες, g/l	6,74	4,01		
Κάλιο (K <sub>2</sub> O), g/l	3,77	2,37	2,98	1,14
Νάτριο (Na <sub>2</sub> O), mg/l	406	243	148	48.5
Ασβέστιο (CaO), mg/l	382	271	227	96,6
Σίδηρος (FeO), mg/l	48,3	32,0	42.3	18,0
Μαγνήσιο (MgO), mg/l	74,0	50,0	322	149
Πυρίτιο (SiO <sub>2</sub> ), mg/l	28,6	18,0		
Ολικό θείο, mg/l	101	63,0		
Χλώριο, mg/l	219	124		
Mn, mg/l	18,2	12,0	5.32	1.55
Zn, mg/l	19,7	12,0	3.57	2.06
Cu, mg/l	10,50	6,00	3.12	1.59

(Vlyssides, et al, 1996 & Di Giovacchino et al., 1998)

**Πίνακας 4.9.2 Γενικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων**

Παράμετροι	Τιμές
PH	4.5 - 6
EC <sub>25</sub> (dS/m)	8 - 22
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	35.000 – 100.000
COD (mg/l)	40.000 – 195.000
Lipids (mg/l)	300 – 23.000
Organic matter (g /l)	40 - 165
Mineral matter (g/l)	5 - 14
Polyphenols (mg/l)	3.000 – 24.000
N (g/l)	5 - 15
P (g/l)	0.3 – 1.1
K (g/l)	2.7 – 7.2
Ca (g/l)	0.12 – 0.75
Mg (g/l)	0.10 – 0.40
Na (g/l)	0.04 – 0.90
Solids (%)	5.5 – 17.6

(Vlyssides, et al, 1996 & Di Giovacchino et al., 1998)

Η σύνθεση του υγρού αποβλήτου των ελαιοτριβείων αποτελείται από 83-94% νερό, 4-16% οργανική ύλη (πηκτίνες, λιπίδια, πρωτεΐνες, πολυαλκοόλες, πολυσακχαρίδια, οργανικά οξέα, αλκοόλες, αλδεΐδες, οργανικά μόρια χαμηλού μοριακού βάρους) και 0,4-2,5% ανόργανη ύλη που βρίσκεται υπό μορφή ανόργανων αλάτων (άλατα του ανθρακικού οξέος, φωσφορικά άλατα, ιόντα νατρίου, καλίου, ασβεστίου, σιδήρου, χαλκού, μαγνησίου, μαγγανίου, ψευδαργύρου και χλωρίου).

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

Οι οργανικές ουσίες των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων μπορούν να διαχωριστούν σε ενώσεις:

- α. εύκολης και άμεσης αφομοίωσης από οργανισμούς, όπως σάκχαρα, οργανικά οξέα, αμινοξέα
- β. πολυμερή ή βιοαποικοδομήσιμα, όπως πρωτεΐνες, ημικυταρρίνες, πηκτίνες
- γ. δύσκολα διασπώμενα συστατικά όπως φαινόλες, τανίνες μεγαλομοριακές λιπαρές ουσίες.

**Πίνακας 4.9.3 Γενικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων των κλασικών και φυγοκεντρικών ελαιοτριβείων**

Παράμετρος	Μονάδες	Κλασικό ελαιουργείο	Φυγοκεντρικό ελαιουργείο
pH		4.5-5	4.7-5.2
BOD	g/l	90-100	35-48
COD	g/l	120-130	45-60
Στερεά αιωρούμενα	%	0.1	0.9
Στερεά ολικά	%	12	6
Στερεά οργανικά	%	10.5	3.5
Στερεά ανόργανα	%	1.5	0.5
Οργανική ουσία			
Ολικά σάκχαρα	%	5	1
Αζωτούχες ουσίες	%	1.2	0.28
Οργανικά οξέα	%	0.7	0.3
Πολυαλκοόλες	%	1.8	1.1
Πολυπηκτίνες τανίνες	%	1	1.37
Πολυφαινόλες	%	1	1.37
Ανόργανα στοιχεία			
P	ppm	500	96
K	ppm	3000	1200
Ca	ppm	350	120
Mg	ppm	200	48
Na	ppm	450	245
Fe	ppm	35	16

(Vlyssides, et al, 1996 & Di Giovacchino et al., 1998)

Το COD των αποβλήτων του φυγοκεντρικού ελαιοτριβείου έχει μικρότερη τιμή από το κλασικό, λόγω της αραίωσης του με μεγαλύτερες ποσότητες νερού. Τα παραδοσιακά

ελαιοτριβεία παράγουν περίπου 400 lt υγρών αποβλήτων ανά τόνο ελαιόκαρπου, ενώ τα φυγοκεντρικά 1000 lt υγρών αποβλήτων ανά τόνο ελαιόκαρπου, λόγω της μεγάλης χρησιμοποίησης νερού κατά την εξαγωγή του ελαιόλαδου.

#### **4.10 Χρώμα υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων**

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων είναι το έντονο σκούρο χρώμα. Αυτό το χρώμα οφείλεται στη παρουσία τανινών που περιέχονται στο φλοιό του ελαιοκάρπου και στα φαινολικά μόρια, που βρίσκονται σε αναλογία απλών φαινολικών ενώσεων και πολυφαινολών οι οποίες αποτελούν σκουρόχρωμες ενώσεις. Το απόβλητο γίνεται πιο σκούρο κατά την αποθήκευσή του στις εξατμισοδεξαμενές εξαιτίας των αντιδράσεων οξείδωση και πολυμερισμού των πολυφαινολών που λαμβάνουν χώρα. Για το σκούρο χρώμα οφείλεται ένα πολυμερές μόριο που προκύπτει από διάφορες απλές φαινολικές ενώσεις. Το μόριο αυτό έχει συνδεθεί χημικά με τη λιγνίνη και τα χουμικά οξέα. Ίσως παράγεται κατά την ενζυμική αφυδρογόνωση κατά τον πολυμερισμό φαινολών

#### **4.11 Φυτοτοξικότητα υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων**

Οι φυτοτοξικές ιδιότητες των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων οφείλονται σε φαινολικές ενώσεις, πτητικά, οργανικά οξέα (οξικό οξύ και φορμικό οξύ), πολυαλκοόλες και άλλα μόρια. Με αυτόν το τρόπο ο κατσίγαρος επηρεάζει την ορμονική λειτουργία των φυτών, νεκρώνει τα νεαρά σποριόφυτα, αποκόπτει τα φύλλα και τους καρπούς, εμποδίζει την ανάπτυξη των σπόρων και των νέων φυτών ιδιαίτερα τα ποώδη φυτά. Όταν όλα τα προηγούμενα συστατικά βρεθούν σε υψηλές συγκεντρώσεις, δηλαδή να γίνει απευθείας διάθεση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, τότε επηρεάζουν αρνητικά ιδιαίτερα τα φυτά που βρίσκονται σε βλαστικό στάδιο.

Η διάθεση του κατσίγαρου σε καλλιεργείες αγρωστωδών, υπό επεξεργασμένο και ελεγχόμενο τρόπο, δηλαδή σε χαμηλές συγκεντρώσεις, δεν προκαλούν κίνδυνο φυτοτοξικότητας, δεν υπάρχει αρνητική επίδραση στην βλαστικότητα και στη φυσιολογική πρόωμη ανάπτυξη των φυτών. Οι κατάλληλες δόσεις κατσίγαρου κυμαίνονται από 40 έως 80 m<sup>3</sup>/ha. Επίσης, οι αρνητικές επιδράσεις των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στα φυτά μετά από άρδευση, οφείλονται στην υψηλή

αγωγιμότητα, το χαμηλό pH, και την τοξικότητα ορισμένων ιόντων που περιέχουν. Έρευνα για δοκιμή φυτοτοξικότητας σε ντομάτα και κολοκυθιάς, έδειξε ότι τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων παρέμειναν φυτοτοξικά, ακόμη και μετά την ολική απομάκρυνση των πολυφαινολών τους. Οπότε και άλλες οργανικές ή ανόργανες ενώσεις θα συμμετείχαν στην φυτοτοξικότητα των αποβλήτων στα φυτά (Βορεάδου, 1993).

#### 4.12 Διαχείριση υγρών λυμάτων ελαιοτριβείου

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων κατατάσσονται στα πολύ τοξικά γεωργοβιομηχανικά απόβλητα, λόγω του υψηλού ρυπαντικού τους φορτίου. Η ρύπανση που προκαλείται στο έδαφος και η επιβάρυνση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων στις ελαιοπαραγωγές περιοχές της Μεσογείου είναι αρκετά μεγάλη. Η διοχέτευση των αποβλήτων γίνεται σε διάφορους αποδέκτες όπως τα ρεύματα, οι χείμαρροι, οι λίμνες, η θάλασσα και τέλος το έδαφος.

Γενικά, μπορούμε να αναφέρουμε ότι:

- το 58% περίπου των λυμάτων διοχετεύεται σε ρέματα, τα οποία συνήθως καταλήγουν σε υπόγεια ύδατα
- το 20% διοχετεύεται στο έδαφος
- το 12% διοχετεύεται στη θάλασσα και στα ποτάμια
- το 10% διοχετεύεται σε βυτία, δεξαμενές εξάτμισης κ.ά.



**Εικόνα 4.12.1 Απόβλητα ελαιοτριβείων σε ποτάμι**

Τα απόβλητα των ελαιουργείων διαταράσσουν την βιολογική ισορροπία των οικοσυστημάτων στα οποία καταλήγουν και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις σε πολλά καλλιεργούμενα φυτά, υποβαθμίζοντας παράλληλα και το περιβάλλον. Ακόμα μολύνουν τα υπόγεια νερά και διακυβεύουν την καταλληλότητα του πόσιμου νερού. Τα προβλήματα αυτά δεν συγκρίνονται σε έκταση, ένταση και διάρκεια με εκείνα των αποβλήτων της βαριάς βιομηχανίας και των πετρελαιοειδών, αλλά δεν παύουν να είναι σοβαρά. Η επεξεργασία και διάθεση των ελαιουργικών αποβλήτων είναι ένα από τα πιο δύσκολα προβλήματα και έχουν σχέση τόσο με την σύνθεσή τους, όσο και με την τεχνολογική και τεχνοοικονομική μορφή της ελαιουργικής βιομηχανίας.

Πιο αναλυτικά, τα αίτια που συνθέτουν το πρόβλημα των αποβλήτων των ελαιουργείων εντοπίζεται:

- στο μεγάλο αριθμό και μεγάλη διασπορά των ελαιουργείων
- στο μεγάλο όγκο των αποβλήτων (ένα μέσης δυναμικότητας ελαιουργείο παράγει κατά μέσο όρο 50.000 κυβικά μέτρα υγρά απόβλητα στη διάρκεια μιας ελαιοκομικής περιόδου)
- στο πολύ υψηλό οργανικό φορτίο και κατά συνέπεια στις αυξημένες τιμές των BOD (Biochemical Oxygen Demand) και COD (Chemical Oxygen Demand). Το BOD των αποβλήτων των ελαιουργείων είναι περίπου 100 φορές υψηλότερο από το αντίστοιχο BOD των αστικών λημμάτων το οποίο κυμαίνεται από 300 - 400 mg/l
- στον όξινο χαρακτήρα τους
- στην υψηλή περιεκτικότητά τους σε ορισμένες χρωστικές (π.χ. χλωροφύλλες, φαιοφυτίνες), οι οποίες διασπώνται πολύ δύσκολα
- στις τοξικές επιπτώσεις τους, τόσο στα φυτά όσο και στην υδρόβια πανίδα.



**Εικόνα 4.12.2 Απόβλητα ελαιοτριβείων**



#### **4.13 Μέθοδοι διαχείρισης**

Οι μέθοδοι διαχείρισης των αποβλήτων (των 3 Φάσεων) που κατά καιρούς εξετάστηκαν σε εργαστηριακό ή και πιλοτικό επίπεδο δυστυχώς δεν έδωσαν μέχρι σήμερα, παρά τις τεράστιες πιστώσεις που αναλώθηκαν, τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά εφικτές λύσεις. Οι μέθοδοι που κατά καιρούς εξετάστηκαν επεκτάθηκαν στην αναερόβια επεξεργασία, στην ανάκτηση οργανικών υπολειμμάτων, στην χουμοποίηση, στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων με νέους τύπους ελαιουργείων (φυγοκεντρικά 2 και 2,5 φάσεων) στην χρήση δεξαμενών εξάτμισης.

Οι περισσότερες από τις μεθόδους που παρουσιάστηκαν σε πιλοτικές εγκαταστάσεις ή προτάθηκαν από διάφορους μελετητές, ερευνητές ή εμπορικούς οίκους απαιτούσαν μηχανολογικό εξοπλισμό κόστους πολλαπλάσιου της αξίας των ελαιουργείων και χρειάζονταν εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό για την λειτουργία τους. Έτσι συνήθως λειτουργούσαν μόνο όσο χρόνο επαρκούσαν οι πιστώσεις των προγραμμάτων. Στις περισσότερες περιπτώσεις παραβλέπεται και δεν εκτιμάται σωστά το γεγονός ότι τα περισσότερα από τα ελληνικά ελαιουργεία είναι μικρού ή μεσαίου μεγέθους, διάσπαρτα από 1-2 σε κάθε χωριό και έχουν ακανόνιστη και αρκετές φορές μη δυνάμενη να προβλεφθεί διάρκεια λειτουργίας ημερησίως.

#### **4.14 Οι εξατμισοδεξαμενές**

Στην Ελλάδα έχει επικρατήσει η μέθοδος των εξατμισοδεξαμενών, αφού φαίνεται να ικανοποιεί σε κάποιο βαθμό τις περισσότερες τεχνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις στο μέγεθος των Ελαιουργείων. Έτσι στην Κρήτη εφαρμόζεται, τώρα και δυο 10/ετίες στο 95% και άνω των ελαιοτριβείων. Προβλήματα παρουσιάζονται μόνο στις περιπτώσεις που κατασκευάζονται χωρίς μελέτη των διαστάσεων, χωρίς επιλογή της κατάλληλης θέσης σε σχέση με υδροφορείς ή οικισμούς και του καταλλήλου αδιαπέραστου εδάφους.

Το στερεό οργανικό υπόλειμμα που παραμένει μετά την ολοκλήρωση της εξάτμισης (αρχές θέρους) σήμερα χρησιμοποιείται μετά από χουμοποίηση σαν λίπασμα η για καύση στα ελαιοτριβεία. Δείχνει ωστόσο, να παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα για παραπέρα αξιοποίηση (Μιχελάκης και Βοζινάκης, 1994).



**Εικόνα 4.14.1 Άποψη εξατμισοδεξαμενής**

#### **4.15 Επίδρασεις των Υ.Α.Ε. στο νερό**

Σημαντική επίσης είναι και η επίδραση των Υ. Α.Ε. στους υδάτινους αποδέκτες λόγω του γεγονότος ότι, η ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων αυτών μπορεί να επιφέρει ανεπανόρθωτες ζημιές στους υδατικούς αποδέκτες.

Οι Νιαounakis και Halvadakis (2006) αναφέρουν ότι, η πιο ορατή επίδραση της ρύπανσης από Υ.Α.Ε. είναι ο χρωματισμός των φυσικών υδάτων, αλλαγή, η οποία αποδίδεται στην οξείδωση και τον διαδοχικό πολυμερισμό των ταννινών που δίνουν ένα σκοτεινό χρωματισμό στους υδατικούς αποδέκτες.

Όπως προαναφέρθηκε, τα Υ.Α.Ε. έχουν σημαντική περιεκτικότητα σε αναγωγικά σάκχαρα. Η απευθείας διάθεση των αποβλήτων αυτών στους φυσικούς υδάτινους αποδέκτες έχει ως αποτέλεσμα, την αύξηση του αριθμού των μικροοργανισμών, οι οποίοι θα χρησιμοποιήσουν τα σάκχαρα ως πηγή υποστρώματος.

Με την διαδικασία αυτή θα υπάρξει μεγάλη κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου στο νερό από τους μικροοργανισμούς με αποτέλεσμα, να μειωθεί το μερίδιο οξυγόνου που πρέπει να είναι διαθέσιμο και για τους υπόλοιπους ζώντες οργανισμούς.

Το παραπάνω γεγονός όμως μπορεί να προκαλέσει έλλειψη ισορροπίας σε ολόκληρο το οικοσύστημα. Ένα ακόμα σοβαρό πρόβλημα, το οποίο προκύπτει, είναι η υψηλή περιεκτικότητα των αποβλήτων αυτών σε φώσφορο. Ο φώσφορος επιταχύνει την ανάπτυξη των φυκιών και αυξάνει την πιθανότητα για ευτροφισμό, καταστρέφοντας έτσι την οικολογική ισορροπία στις φυσικές υδάτινες εκτάσεις.

Ο φώσφορος δεν μπορεί να αποδομηθεί και έτσι εναποτίθεται (καθιζάνει). Με αυτό τον τρόπο απορροφάται σε μικρό βαθμό διαμέσου της τροφικής αλυσίδας φυτών, ασπόνδυλων ψαριών και πουλιών (Niaounakis και Halvadakis, 2006).



**Εικόνα 4.15.1 Απόβλητα ελαιοτριβείων που καταλήγουν στη θάλασσα**

#### 4.16 Επιδράσεις των Υ.Α.Ε. στο έδαφος

Οι επιδράσεις τους είναι σημαντικές και στο έδαφος λόγω, της παρουσίας αρκετών οξέων, ανόργανων και οργανικών ενώσεων, μειώνοντας έτσι, την ικανότητα του εδάφους για ανταλλαγή κατιόντων. Το αποτέλεσμα της μείωσης αυτής, είναι η καταστροφή όλων των μικροοργανισμών, καθώς και η υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους. Παράλληλα, με την διείσδυση των Υ.Α.Ε. στο έδαφος προκαλείται διάλυση των ανθρακικών αλάτων καθώς και τροποποίηση των τιμών του pH, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, της περιεκτικότητας των θρεπτικών ουσιών, των φαινολικών ενώσεων και της βιολογικής δραστηριότητας.

Ο Cox (1997), σε έρευνα που πραγματοποίησε, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, η επίδραση των Υ.Α.Ε. προκαλεί αύξηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανικό άνθρακα και μείωση του πορώδους του. Επίσης, σε άλλη έρευνα, η οποία πραγματοποιήθηκε από τον Perez et al., (1986), παρατηρήθηκε αύξηση του ολικού αριθμού μικροβίων μετά την διάθεση Υ.Α.Ε. στο έδαφος. Η διάθεση αυτή προκάλεσε αύξηση των βακτηρίων *Coryneform* και μείωση του *Bακίλου* (*Bacillus*) (Νιαουνάκης και Halvadakis, 2006).

#### 4.17 Επιδράσεις των Υ.Α.Ε. στην ατμόσφαιρα

Τέλος, όσον αφορά την επίδραση των Υ.Α.Ε στην ατμόσφαιρα, δεν υπάρχουν πολλές αναφορές. Οι Balice et al, (1986) ανέφεραν ότι, λόγω της αναερόβιας ζύμωσης των Υ.Α.Ε., εκπέμπεται μεθάνιο και άλλα αέρια (υδρόθειο, κ.ά.) από τις φυτικές υδάτινες εκτάσεις και από τις εγκαταστάσεις των λιμνών εξάτμισης. Η αναερόβια ζύμωση όπως είναι γνωστό, δημιουργεί δυσάρεστες οσμές με άμεσο αποτέλεσμα την συσσώρευση εντόμων και την αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος (Αγγελής, 2001).

## 5 Νομοθεσία για τη διαχείριση υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία

Η διάθεση των αποβλήτων σε Κοινοτικό επίπεδο, το άρθρο 4 της Οδηγίας 75/442/EEC για το θέμα των αποβλήτων, αξιώνει ότι οι χώρες-μέλη πρέπει να λάβουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να διασφαλισθεί η ανάκτηση ή η διάθεση των αποβλήτων χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

- **ΝΟΜΟΣ ΥΠ. ΑΡΙΘΜ. 2516/97:** Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 159/Α/8-8-97). Σύμφωνα με το άρθρο 1 και με βάση την κινητήρια εγκατεστημένη ισχύ που είναι πάνω από 16 HP, τα ελαιοτριβεία νοούνται ως Βιομηχανία ή Βιοτεχνία.
- **ΚΥΑ 69269/5387/90:** Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με τον Ν. 1650/86 (ΦΕΚ 678B/25-10-90).
- **ΚΥΑ 10537/93:** Καθορισμός αντιστοιχίας της κατάταξης των βιομηχανικών – βιοτεχνικών δραστηριοτήτων της ΚΥΑ 69269/90 με την αναφερόμενη στις πολεοδομικές ή άλλες διατάξεις διάκριση των δραστηριοτήτων σε χαμηλή, μέση και υψηλή όχληση (ΦΕΚ 139B/11-3-93). Σύμφωνα με το άρθρο 1, τα ελαιοτριβεία κατατάσσονται στις δραστηριότητες χαμηλής όχλησης.
- **ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ Ε1β/221:** Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων (ΦΕΚ 138/Β/24-12-1965). Η Διάταξη αυτή του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας, θέτει ουσιαστικά τα πλαίσια μέσα στα οποία πρέπει να κινούνται οι βιομηχανίες όσο αφορά την επεξεργασία και διάθεση των αποβλήτων τους. Στο άρθρο 1 δίνονται οι ορισμοί των λυμάτων, βιομηχανικών αποβλήτων, επεξεργασίας κ.ά. Το άρθρο 2 αναφέρεται με γενικούς όρους όσον αφορά την διάθεση των λυμάτων και στα άρθρα 3 και 4 παρουσιάζονται τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν τα επιφανειακά και τα θαλάσσια νερά ανάλογα με τις χρήσεις τους. Στη συνέχεια, στα άρθρα 7 και 8 θέτονται οι όροι για τη διάθεση των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος και στο υπέδαφος. Τα άρθρα 9 έως 13 αναφέρονται στους όρους και στις μεθόδους που πρέπει να τηρούν και να ακολουθούν μεμονωμένες μονάδες (κατοικίες, σχολεία, ξενοδοχεία κ.ά.) κατά την επεξεργασία των λυμάτων τους. Τέλος, στα άρθρα 14, 15 και 16 καθορίζονται ο τρόπος και οι απαιτήσεις για την αδειοδότηση της διάθεσης λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, η ισχύς της Διατάξεως και οι κυρώσεις και επίσης δίνονται μεταβατικές

διατάξεις για τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις διαθέσεως των λυμάτων και μέθοδοι εξετάσεως βιομηχανικών αποβλήτων ή υδάτων.

- Μια σημαντική οδηγία εφαρμογής της **Υ.Δ. Ε1β/221** που κοινοποιήθηκε με την εγκύκλιο του **ΥΚΥ με αριθμό Α5/4690/ΕΓΚ.62/26-4-80**, αναφέρει τους όρους για τη χορήγηση άδειας διαθέσεως λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, τον τρόπο ανανέωσης προσωρινής άδειας διαθέσεως τους και στοιχεία για τον έλεγχο αποδόσεως των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Στο παράρτημα 1 της Οδηγίας υπάρχει ενδεικτικός πίνακας με τα προτεινόμενα χαρακτηριστικά ποιοτικών παραμέτρων, για τον έλεγχο των βιομηχανικών αποβλήτων κατά κλάδο και είδος βιομηχανίας. Έτσι στην κατηγορία Βρώσιμα Λίπη και Έλαια του κλάδου Τροφών και Ποτών, οι τακτικοί ποιοτικοί παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται είναι το BOD<sub>5</sub>, και το COD, τα αιωρούμενα στερεά, τα διαλυμένα στερεά, τα λίπη, τα έλαια και το pH ενώ οι συμπληρωματικοί παράμετροι είναι το N, ο P, τα θειϊκά και τα θειούχα κατά περίπτωση.

- Επίσης σημαντικότερες Οδηγίες Εφαρμογής της **Υ.Δ. Ε1β/221/65** αποτελεί η εγκύκλιος του **ΥΥΠ&ΚΑ με αρ. ΥΜ/2985/29-5-1991**, που αναφέρεται στις προϋποθέσεις που απαιτούνται για την διάθεση των λυμάτων σε επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες στο έδαφος και σε υπόνομους, καθώς και η εγκύκλιος **ΥΥΠ&ΚΑ ΜΕ ΑΡ. 242/27-1-1992**, που αναφέρεται στην έγκριση των μελετών επεξεργασίας και διαθέσεως των υγρών αποβλήτων καθώς και στις σχετικές άδειες.

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

1) Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων με χημική μέθοδο (εξουδετέρωση με υδράσβεστο και χημική κροκίδωση) αποτελεί μια μέθοδος μείωσης του οργανικού και χημικού ρυπαντικού φορτίου, για χαμηλά όμως ποσοστά. Ακόμα και με πλήρη σχεδόν απόδοση των εγκαταστάσεων δεν προσεγγίζει τα επιθυμητά επίπεδα, όπως προβλέπεται από την **Υ.Δ.Ε1β/221/65** και τις σχετικές εγκυκλίους.

2) Η προαναφερόμενη μέθοδος είναι μια κλασική και ευρέως διαδεδομένη μέθοδος μείωσης της ρύπανσης, πλην όμως υπάρχουν και άλλες παραλλαγές αυτής ή και συμπληρωματικές (π.χ. διάφορα κροκιδωτικά υλικά, συνδυασμός με αναερόβια

βιολογική επεξεργασία κ.λπ.). Επειδή πρόκειται για επιβαρημένα και δύσκολα στο χειρισμό απόβλητα, θα πρέπει η επιλεγόμενη μέθοδος επεξεργασίας, πέραν της υψηλής αποδοτικότητας και λειτουργικότητας, να είναι και τεχνικό – οικονομικώς συμφέρουσα στις μικρές επιχειρήσεις (ελαιοτριβεία). Στα πλαίσια αυτά στρέφονται και οι ερευνητικές μελέτες που έγιναν και γίνονται και που οπωσδήποτε τα αποτελέσματα θα συνεκτιμηθούν και θα γίνουν οι ανάλογες νομοθετικές ρυθμίσεις (εγκύκλιοι, τροποποιήσεις Υγειονομικών Διατάξεων κ.λπ.).

3) Ο τελικός αποδέκτης των επεξεργασμένων αποβλήτων θα καθορίζεται πάντοτε στα πλαίσια της **Υ.Δ.Ε1β/221/65** και της εγκυκλίου με αρ. οικ. **ΥΜ 2985/29-5-91** και οπωσδήποτε θα λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές συνθήκες. Η θάλασσα και γενικότερα οι υδάτινοι αποδέκτες θα πρέπει να αποφεύγονται και αποτελούν μόνο την αναπόφευκτη λύση, αφού αποκλεισθούν όλες οι άλλες δυνατότητες τελικής διάθεσης (υπεδάφιας, επιφανειακά στο έδαφος κ.λπ.).

- **Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 1180:** Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγόμενων εις τα της λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνών, πάσης φύσης μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει (ΦΕΚ 293/τ.α./6-10-1981). Το Προεδρικό αυτό Διάταγμα αποτελεί την προγενέστερη μορφή του Ν. 1650/86, δηλαδή του νόμου πλαίσιο για το περιβάλλον. Έτσι, δίνει ορισμούς όπως για το περιβάλλον, τη ρύπανση, τη μόλυνση, κ.λπ. Μεταξύ άλλων το Διάταγμα αυτό καθορίζει με το άρθρο 3 τις κατευθυντήριες τιμές, για τον καθορισμό των επιτρεπόμενων ορίων εκπομπής ρυπανουσών ουσιών σε υδάτινο αποδέκτη, ανάλογα της χρήσης και της αφομοιωτικής ικανότητας αυτού, σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες υγειονομικές διατάξεις.

**Πίνακας 5.1 Κατευθυντήριες τιμές για τις ανώτατες τιμές εκπομπών σε υδάτινους αποδέκτες, σύμφωνα με το Π.Δ. 1180**

Είδος εγκατάστασης	Παράμετροι	Ανώτατη μέση τιμή 24ώρου (mg/l)	Μέσος όρος για 30 συνεχείς ημέρες (mg/l)
Παραγωγή και επεξεργασία φυτικών/ζωικών λιπών και ελαίων	BOD	800	400
	COD	1200	600
	Αιωρούμενα στερεά	1000	400
	Λίπη και έλαια	200	100
Όλες οι εγκαταστάσεις	pH	6-9	6-9

## **6 Εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ελαιουργείων**

### **6.1 Προβλήματα στη διαχείριση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα**

Τα ελαιοτριβεία στην Ελλάδα είναι ως επί το πλείστον μικρές οικογενειακές ή συνεταιριστικές επιχειρήσεις και γι' αυτό το λόγο δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να εγκαταστήσουν και να λειτουργούν πολύπλοκα συστήματα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (γνωστά ως λιοζύμια ή κατσίγαροι).

Τα περισσότερα ελαιοτριβεία είναι φυγοκεντρικά με τριφασικά decanters παλαιού τύπου, τα οποία απαιτούν σημαντικές ποσότητες νερού για αραιώση της ελαιοζύμης, με αποτέλεσμα την δημιουργία μεγάλου όγκου αποβλήτων. Αντίθετα, τα κλασσικά ελαιοτριβεία ψυχρής συμπίεσης ή τα φυγοκεντρικά εξοπλισμένα με τριφασικά decanters νέας γενιάς, δημιουργούν απόβλητα με υψηλότερο οργανικό φορτίο αλλά σημαντικότερα μικρότερο όγκο.

Το οργανικό φορτίο των αποβλήτων παρουσιάζει υψηλές διακυμάνσεις και χαρακτηρίζεται από COD μεταξύ 45000 έως 170000 mg/L. Εάν όμως υπολογίσουμε το οργανικό φορτίο ανά kg ελαιοκάρπου, τότε το φορτίο είναι ουσιαστικά ανεξάρτητο της μεθόδου διαχωρισμού του ελαιολάδου και ίσο προς: 100 έως 120 g-COD/kg-olives ή 45 έως 55 g – BOD<sub>5</sub>/kg-olives.

Ο όγκος των αποβλήτων ανά 1000 ελαιοκάρπου μπορεί να υπολογιστεί εύκολα θεωρώντας ότι στα 1000 kg ελαιοκάρπου έχουμε 500 kg νερό, 300 kg πυρήνα (ξηρός) και 200 kg ελαιόλαδο. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι αναμενόμενες ποσότητες αποβλήτων για τις διαφορετικές μεθόδους παραγωγής του ελαιολάδου. Ελαιοτριβεία με διφασικά decanters δεν παράγουν ξεχωριστή φάση με υγρά απόβλητα. Ουσιαστικά τα υγρά απόβλητα ευρίσκονται στον πυρήνα υψηλής υγρασίας, τον οποίο τα πολλά πυρηνελαιουργεία αρνούνται να παραλάβουν (διότι δεν έχουν εγκαταστήσει τα ειδικά συστήματα προεπεξεργασίας που απαιτούνται). Έτσι, έχουμε μεταφορά του προβλήματος από τα ελαιοτριβεία στα πυρηνελαιουργεία.

Εάν όμως είχαμε μία τεχνολογική αναβάθμιση των πυρηνελαιουργείων ώστε να ήταν σε θέση να διαχειρίζονται πυρήνα υψηλής υγρασίας και «όλα» τα ελαιοτριβεία χρησιμοποιούσαν διφασικά decanters (που παράγουν και το καλύτερο ποιοτικά ελαιόλαδο), το πρόβλημα των κατσίγαρων στην Ελλάδα θα είχε ουσιαστικά λυθεί. Προφανώς μία τέτοια λύση θα απαιτούσε την σημαντική μείωση της τιμής αγοράς του



πυρήνα από τα ελαιοτριβεία για να καλυφθούν τα μεταφορικά και το επιπλέον κόστος επεξεργασίας που απαιτείται (Σαββίδης, 1994).

Επομένως στο βαθμό που δεν είναι εφικτή η παραπάνω λύση, είμαστε υποχρεωμένοι να καταφύγουμε σε εναλλακτικούς τρόπους, χαμηλού κόστους για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία με τριφασικά decanters. Όλοι οι εναλλακτικοί τρόποι βασίζονται κυρίως σε φυσικά/βιολογικά φαινόμενα που η ίδια η φύση χρησιμοποιεί.

**Πίνακας 6.1.1 Σύγκριση ποιότητας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου και υγρασίας στον πυρήνα**

Μέθοδος Διαχωρισμού	Νερό Αραίωσης (kg)	Απόβλητα ΟΜW (kg)	Νερό (kg) στον πυρήνα	Νερό (%) στον πυρήνα
Ψυχρή Συμπύεση	0 kg	200-250	~250-300	45-50%
Decanter 2 φάσεων	0 kg	0	~500-560	62-65%
Decanter 3 φάσεων (παλαιού τύπου)	500 kg	700	~300	50%
Decanter 3 φάσεων (νέας γενιάς)	0-100 kg	175-275	~325	52%

(Σαββίδης, 1994)

## 6.2 Μέτρα φιλικά προς το περιβάλλον:

### Δέκα προτάσεις επεξεργασίας αποβλήτων ελαιουργείων

Η Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 (Προστασία και Διαχείριση των Υδάτων) απαιτεί την ανάπτυξη σχεδίων διαχείρισης των υδάτων σε επίπεδο λεκάνης απορροής και παράκτιας ζώνης καθώς και δράσεις αποκατάστασης για την βελτίωση της ποιότητας του νερού και της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών υδάτων, των υπογείων υδάτων και των υδάτων της παράκτιας ζώνης. Μέχρι σήμερα λόγω της παντελούς έλλειψης ολοκληρωμένων και βιώσιμων σχεδίων διαχείρισης, οι περιβαλλοντικές τεχνολογίες είχαν εφαρμοστεί μεμονωμένα και σποραδικά, μη λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις σε μεγαλύτερη κλίμακα, και κυρίως σε ολόκληρη τη λεκάνη απορροής.

Υπάρχει άμεση ανάγκη να ενσωματωθεί ο σχεδιασμός τεχνολογιών αποκατάστασης περιβάλλοντος με τα σχέδια διαχείρισης υδάτων λεκάνης απορροής και παράκτιας ζώνης (Καλογεράκης κ.ά. (2008).

### **6.2.1 Εξατμισοδεξαμενές**

Οι λιμνοδεξαμενές εξάτμισης (γνωστές ως εξατμισοδεξαμενές) είναι η κλασική μέθοδος χαμηλού κόστους επίλυσης του περιβαλλοντικού προβλήματος του κατσίγαρου και χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλά μέρη της Ελλάδας και κυρίως στη Κρήτη. Ο σχεδιασμός της δεξαμενής γίνεται με βάση τη παραγωγή λαδιού (τα υγρά απόβλητα είναι περίπου τρεις φορές περισσότερα από παραγόμενο ελαιόλαδο για τριφασικά ελαιοτριβεία παλαιού τύπου), τον ρυθμό της εξάτμισης και την ετήσια βροχόπτωση. Έτσι για ένα τυπικό ελαιουργείο παραγωγής 300 τόνων ελαιολάδου, τα παραγόμενα απόβλητα είναι περίπου 1000 κυβικά μέτρα. Είναι σημαντικό να κατακρατείται η ποσότητα του ελαιολάδου που ευρίσκεται στα απόβλητα αλλιώς δημιουργείται μια «κρούστα» στην επιφάνεια της δεξαμενής που δυσκολεύει την εξάτμιση και την μεταφορά οξυγόνου στο υγρό (που βοηθά στην βιοδιάσπαση των φαινολών). Η δεξαμενή κατά την κατασκευή της πρέπει να έχει μεμβράνη, η οποία θα συντηρείται για να προστατευτεί ο υπόγειος υδροφορέας από τη ρύπανση. Τέλος, τα στερεά που εναπομένουν στο τέλος της περιόδου εξάτμισης (μέσα καλοκαιριού) απομακρύνονται, αναμειγνύονται με χώμα και χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για τα ελαιόδεντρα (Σαββίδης, 1994).

#### **Συνήθη προβλήματα:**

- (1) οχλήσεις από οσμές και
- (2) δεν λειτουργεί ικανοποιητικά σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις ή βροχοπτώσεις κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Ενδείκνυται για περιοχές που βρίσκονται μακριά από οικισμούς ή τουριστικές περιοχές (Καλογεράκης κ.ά., 2008).



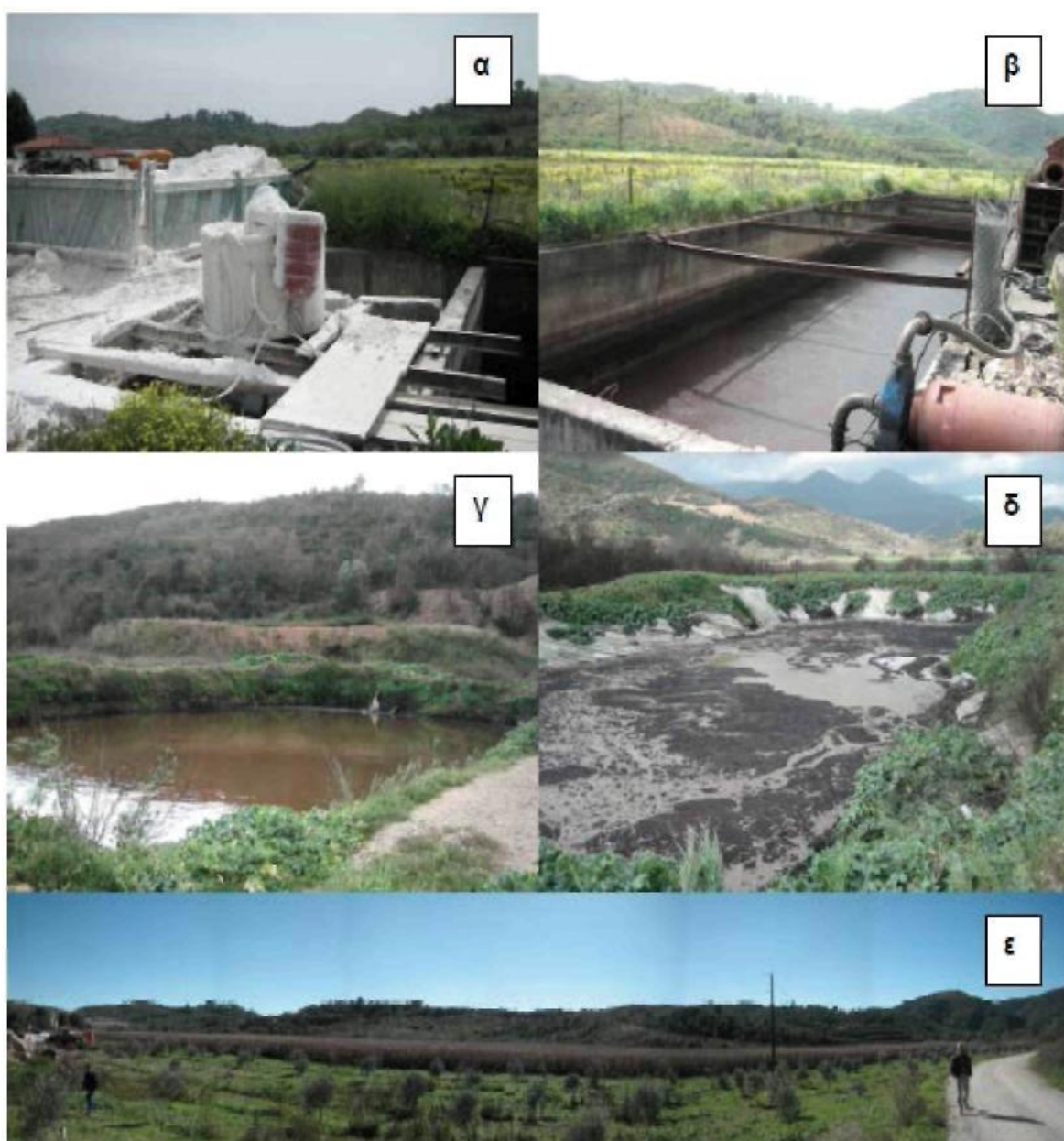
**Εικόνα 6.2.1.1 Τυπικές εξατμισοδεξαμενές στις αρχές του καλοκαιριού**

## 6.2.2 Αποθήκευση και άρδευση καλλιεργειών το καλοκαίρι

Εναλλακτική λύση της χρήσης λιμνοδεξαμενών για την εξάτμιση του κατσίγαρου είναι η χρήση του κατσίγαρου για άρδευση καλλιεργειών το καλοκαίρι. Αυτή η λύση εφαρμόζεται τα τελευταία 5 χρόνια στο ελαιοτριβείο του Π. Τζινάκος Ε.Π.Ε. (Αιγές-Γύθειο, Λακωνίας). Το υπάρχον σύστημα απαιτεί την χρήση  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  για κροκίδωση και απομάκρυνση στερεών από τον κατσίγαρο (Εικόνα α και β), μεταφορά και «αποθήκευση» του υπερκείμενου υγρού σε εξατμισοδεξαμενές (Εικόνα γ και δ) και χρήση των μη εξατμισμένων υπολειμμάτων για άρδευση κατά την καλοκαιρινή περίοδο σε καλλιέργεια καλαμποκιών. Ο κατσίγαρος αναμειγνύεται με νερό (1:4). Η χρησιμοποίηση του κατσίγαρου για άρδευση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης ανά στρέμμα καλλιέργειας καλαμποκιού.

Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται όταν η επιφάνεια των εξατμισοδεξαμενών είναι σχετικά μικρή και δεν προλαβαίνει να εξατμιστεί με το τέλος της καλοκαιρινής περιόδου ή όταν εφαρμόζεται σε περιοχές με βροχοπτώσεις όλο τον χρόνο. Τα στερεά που έχουν

καθιζάνει με την προσθήκη ασβέστη, μπορούν να αναμειχθούν με φύλλα ελιάς και να κομποστοποιηθούν για την παραγωγή εγγειοβελτιωτικού υλικού κατάλληλου και για βιολογικές καλλιέργειες. Το πρόβλημα των οχλήσεων από οσμές πλησίον της εξατμισοδεξαμενής/δεξαμενής αποθήκευσης παραμένει και γι' αυτό τον λόγο ενδείκνυται σε περιοχές μακριά από οικισμούς ή τουριστικές περιοχές (Λυμπεράτος, 2000α).



**Εικόνα 6.2.2.1 Σχηματική διάταξη μονάδας άρδευσης καλλιεργειών το καλοκαίρι (Λυμπεράτος, 2000α)**

### 6.2.3 Επιφανειακή διάθεση σε ελαιώνες και φυσική αποκατάσταση

Με αυτή τη πρόταση γίνεται επιφανειακή διάθεση του κασίγαρου σε ελαιώνες ανάμεσα στις σειρές των δέντρων. Η διάθεση ανά τετρ. μέτρο πρέπει να είναι τέτοια ώστε ο κασίγαρος να παραμείνει στα πρώτα 30 εκατοστά του εδάφους. Το τμήμα αυτό του εδάφους έχει πάντοτε σημαντική συγκέντρωση οξυγόνου ώστε να έχουμε αερόβια αποδόμηση των συστατικών του κασίγαρου από τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

Σε 20-30 μέρες οι φυτοτοξικές φαινόλες θα έχουν αποδομηθεί σημαντικά και η οργανική ουσία θα έχει εξασθενήσει στους επόμενους μήνες, ώστε με αρχή του φθινοπώρου το έδαφος να έχει επανέλθει πρακτικά στην αρχική του κατάσταση. Ουσιαστικά, χρησιμοποιούμε το έδαφος μαζί με τους μικροοργανισμούς του σαν «φυσικό αντιδραστήρα» για την επεξεργασία του κασίγαρου.

Η **Ιταλική Οδηγία** προτείνει την επιφανειακή διάθεση 8-10 m<sup>3</sup> κασίγαρου ανά στρέμμα ανά έτος.

Για ένα σχετικά μικρό ελαιοτριβείο που κάνει περίπου 250 τόνους λάδι, παράγει περίπου 1000 m<sup>3</sup> κασίγαρο/έτος, απαιτούνται περίπου **100 στρέμματα** ελαιώνων.

**Ελληνική Οδηγία** δεν υπάρχει. Με βάση μελέτες που έχει κάνει το ΕΘΙΑΓΕ προτείνεται η επιφανειακή διάθεση 1,5 m κασίγαρου ανά δέντρο και ανά έτος. Η διάθεση γίνεται σε 5 δόσεις, δηλαδή 5 φορές χ 300 L κασίγαρου ανά δέντρο. Για όγκο κασίγαρου 1000 m απαιτείται έκταση γης με 670 ελαιόδεντρα που αντιστοιχεί σε περίπου **56 στρέμματα** (θεωρώντας ότι έχουμε 12 δέντρα ανά στρέμμα). Οι υπολογισμοί έχουν γίνει για τριφασικά Decanters παλαιού τύπου. Δεν απαιτούνται μεγάλες δεξαμενές αποθήκευσης.

Η διάθεση μπορεί να γίνει με μικρά βυτία που διαθέτουν τον κασίγαρο ανάμεσα στις σειρές των δέντρων σε γειτονικούς ελαιώνες ή με την μόνιμη εγκατάσταση σωλήνων στον ενδιάμεσο χώρο και όχι στις ρίζες των δέντρων.

Το κόστος της εγκατάστασης είναι χαμηλό: απαιτούνται μόνο πλαστικές σωλήνες διάθεσης (χαμηλής πίεσης) & βάνες, αντλία και μία μικρή δεξαμενή για την εξισορρόπηση της ροής. «**Άρδευση**» των ελαιώνων το χειμώνα είναι μία εναλλακτική λύση για εξαιρετικές περιπτώσεις όπως αυτή του ελαιοτριβείου του συνεταιρισμού Ανωγείων, Λακωνίας. Ο συνεταιρισμός διαθέτει ήδη δίκτυο άρδευσης 2500 στρεμμάτων και δεξαμενή 5000m δίπλα στο ελαιοτριβείο.

Ο κασίγαρος θα μεταφέρεται στη δεξαμενή και θα αναμειγνύεται με νερό των πηγών με μία αναλογία τουλάχιστον 1:5. Στη δεξαμενή θα γίνεται καθίζηση των στερεών και μετά ο υπερκείμενος αραιωμένος κασίγαρος θα προωθείται στο δίκτυο άρδευσης (Λυμπεράτος, 2000α).

Δεδομένης της ετήσιας παραγωγής περίπου 1000 m<sup>3</sup> κασίγαρου, για την πλήρη διαχείριση του απαιτείται διάθεση μόνο 400 L κασίγαρου ανά στρέμμα! Όταν είναι αραιωμένο η φυτοτοξικότητα είναι ελάχιστη και επομένως μπορεί να γίνει άμεση άρδευση (χωρίς την πάροδο χρόνου για την πλήρη αποδόμηση των φαινολών). Η δοσολογία αυτή είναι 25 φορές λιγότερο από την Ιταλική Οδηγία. Σημειωτέον ότι η χρήση του ιδίου του κασίγαρου, χωρίς καμία επεξεργασία έχει προταθεί για την άρδευση και μικροβιοκτόνο δράση του σε εδάφη (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2001).

#### **6.2.4 Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση (χωρίς προστασία υδροφορέα)**

Η φυτοεξυγίανση ως τεχνολογία αποκατάστασης βασίζεται στη χρήση της φυτών για την επί τόπου επεξεργασία ρυπασμένων εδαφών καθώς και επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Είναι εφαρμόσιμη σε πεδία βεβαρημένα με οργανικούς ρυπαντές, θρεπτικά ή βαρέα μέταλλα, και μπορούν να προσεγγιστούν από το ριζικό σύστημα των φυτών. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα έχουν κατανοηθεί οι μηχανισμοί που αφορούν την άντληση και μεταβολική ικανότητα των φυτών σε διάφορους οργανικούς ρυπαντές (Χατζημανωλάκης, 2001).

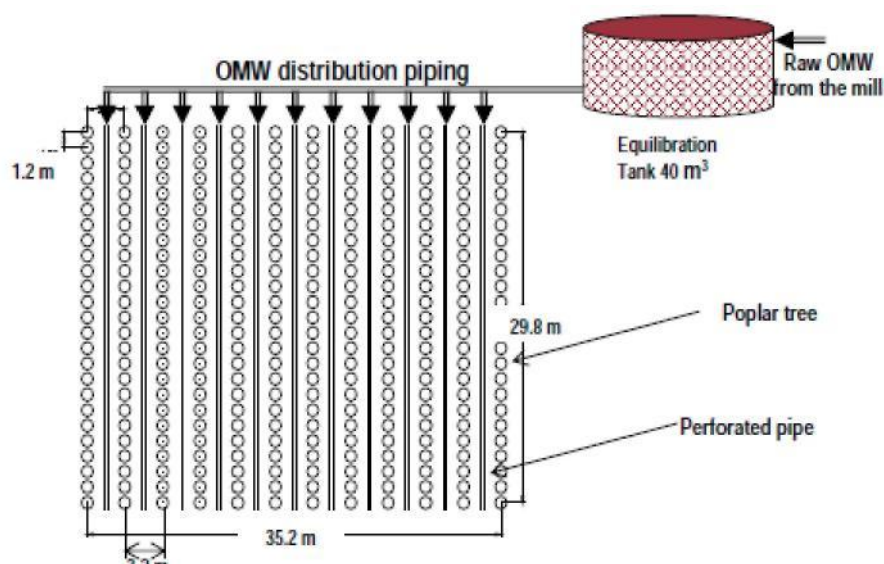
Όσον αφορά στην υπεδάφια διάθεση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου, στο πλαίσιο του προγράμματος EnviFriendly, πραγματοποιείται η διάθεση των υγρών αποβλήτων μεταξύ πυκνών δενδροστοιχιών από λεύκες λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες του εδάφους έτσι ώστε να αποφευχθεί η ρύπανση του υπογείου νερού. Γενικά, η δενδροφύτευση στην επιλεγμένη περιοχή φυτοεξυγίανσης βασίζεται σε έναν συνδυασμό παραγόντων όπως το σύστημα άρδευσης και ελέγχου ζιζανίων, το σύστημα διάθεσης του υγρού αποβλήτου κ.ά. Η εν λόγω τεχνολογία επιδεικνύεται στο Ελαιοτριβείο «Κοκολής» στα Χάνια Λακωνίας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, οι λεύκες φυτεύτηκαν σε σειρές.

Η απόσταση μεταξύ των φυτών ήταν 1.2 με 1.5 m, ενώ μεταξύ των σειρών 3.0 με 3.2 m όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Οι δύο ετών λεύκες φυτεύτηκαν στα τέλη Νοεμβρίου του 2006 και αναμένεται να χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία των

υγρών αποβλήτων του ελαιοτριβείου από το Δεκέμβριο του 2007. Το σύστημα υπεδάφιας διάθεσης του υγρού αποβλήτου περιλαμβάνει αντλίες και σωλήνες από PVC για την μεταφορά του αποβλήτου από το ελαιοτριβείο στο χωράφι με τις λεύκες. Η υπεδάφια διάθεση πραγματοποιείται με υπεδάφιους διάτρητους σωλήνες διανομής που είναι τοποθετημένοι μεταξύ των σειρών των λευκών. Οι εν λόγω σωλήνες είναι τοποθετημένοι 40 cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους σε ένα κανάλι που 50 cm X 50 cm πληρωμένο με χαλίκι μεσαίου μεγέθους.

Η αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων της τεχνολογίας στο υπόγειο νερό γίνεται με την παρακολούθηση της ποιότητας του υπογείου νερού, καθώς έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή έξι ερευνητικές γεωτρήσεις (βάθους 5,4 και 3 m, η καθεμία). Έχουν ήδη πραγματοποιηθεί δειγματοληψίες για την εκτίμηση των συγκεντρώσεων του υποβάθρου πριν την έναρξη της υπόγειας διάθεσης του κασιόγαρου.

Η διάθεση του κασιόγαρου με αυτό τον τρόπο γίνεται έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του κασιόγαρου στο υπέδαφος να μην πλησιάζει τον υδροφορέα και να παραμένει στα πρώτα 3.5 m βάθους ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμο από τις ρίζες των λευκών σε πλήρη ανάπτυξη. Για την πιο αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος απαιτείται η απομάκρυνση των στερεών από τον κασιόγαρο πριν την υπεδάφια διάθεσή του (Καλογεράκης, κ.ά., 2008).



**Σχήμα 6.2.4.1** Απεικόνιση της τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεσης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου, σε συνδυασμό με φυτοεξυγίανση- Ελαιοτριβείο Κοκολής (Χανιά-Βασιλάκη)

(Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008)



**Εικόνα 6.2.4.1** Δενδροφύτευμένη έκταση με λεύκες (Καλογεράκης & Νικολαΐδης, 2008)



**Εικόνα 6.2.4.2** Απεικόνιση τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεσης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε συνδυασμό με φυτοεξύγιανση – Ελαιοτριβείο Κοκολής (Χάνια-Βασιλάκη) (Καλογεράκης & Νικολαΐδης, 2008)



### 6.2.5 Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση με προστασία του υδροφορέα

Η Delux εκδοχή της εναλλακτικής πρότασης #4 είναι το σύστημα OLEICO (Ιταλική ευρεσιτεχνία, LIFE 04 ENV/IT/000409). Στο σύστημα μετά την εκσκαφή, τοποθετείται HDPE μεμβράνη για έλεγχο διαρροών στον υδροφορέα, σύστημα συνεχούς επανακυκλοφορίας κατά τους θερινούς μήνες που οι λεύκες έχουν πλήρως αναπτύξει το φύλλωμά τους, και προσθήκη μικροοργανισμών για ενισχυμένη βιοαποδόμηση στην ριζόσφαιρα.

Για την πιο αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος απαιτείται η απομάκρυνση των στερεών από τον κατσίγαρο πριν την υπεδάφια διάθεσή του. Οι λεύκες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ξυλεία μετά από 10–15 χρόνια (Καλογεράκης, 2008 και Βορέαδου, 1993).



**Εικόνα 6.2.5.1 Απεικόνιση της τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεσης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου με το σύστημα OLEICO (με πλήρη προστασία του υδροφορέα)  
(Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008)**

### 6.2.6 Κεντρική μονάδα φυτοεξυγίανσης

Στο βαθμό που 3 με 6 ελαιοτριβεία ευρίσκονται το ένα πλησίον του άλλου, μπορεί να δημιουργηθεί κεντρική μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων. Για σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους, θα πρέπει να συνεργαζόμενα ελαιοτριβεία να μπορούν να στείλουν τα απόβλητα με πλαστικό σωλήνα αντί να γίνεται χρήση βυτιοφόρου που είναι πιο δαπανηρή.

Στην προτεινόμενη Κεντρική Μονάδα, η λειτουργία του συστήματος θα γίνεται ως εξής:

1. Τα συνεργαζόμενα ελαιοτριβεία της περιοχής θα έχουν από μία δεξαμενή χωρητικότητας 20-30 m<sup>3</sup> που θα αποθηκεύουν τον παραγόμενο κασίγαρο της ημέρας.
2. Ένα βυτιοφόρο θα παραλαμβάνει το κασίγαρο σε ημερήσια βάση και θα τον μεταφέρει στη Κεντρική Μονάδα που βρίσκεται το σύστημα επεξεργασίας και διάθεσης ή εναλλακτικά μία συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, ο κασίγαρος θα προωθείται με αντλία από την δεξαμενή του ελαιοτριβείου στην Κεντρική Μονάδα.
3. Ο «φρέσκος» κασίγαρος θα περνάει πρώτα από σύστημα ανάκτησης ελαιολάδου (περίπου το 1% του όγκου) και εν συνεχεία θα αποθηκεύεται σε δεξαμενές εξουδετέρωσης.
4. Στις δεξαμενές εξουδετέρωσης θα προστίθεται ασβέστης και θα παραμένει 24 ώρες για να καθιζάνει. Το υπερκείμενο υγρό θα διοχετεύεται σε εκτάσεις για φυτοεξυγίανση με λεύκες.
5. Ο σχεδιασμός της υπόγειας διάθεσης και επεξεργασίας θα περιλαμβάνει χρήση μεμβρανών για την προστασία του υδροφορέα και σύστημα επανακυκλοφορίας του κασίγαρου κατά τους θερινούς μήνες (OLEICO process).
6. Τα στερεά που καθιζάνουν με την προσθήκη του ασβέστη θα οδηγούνται σε χώρο ανάμειξης με κλαδοκάθαρα (ψιλοκομμένα κλαδιά και φύλλα) και κομποστοποίησης για την παραγωγή εγγειοβελτιωτικού κατάλληλου και για βιολογική καλλιέργεια.
7. Το κόστος λειτουργίας του συστήματος θα αντιμετωπίζεται μερικώς από την πώληση του ανακτηθέντος ελαιολάδου.
8. Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου είναι η ανεύρεση κατάλληλου χώρου σε έκταση (περίπου 1 στρέμμα ανά 1000 m κασίγαρου) και

«σωστά επιλεγμένη» τοποθεσία για την μείωση των εξόδων μεταφοράς.

9. Με κατάλληλο εξοπλισμό (ένα decanter τριφασικό παλαιού τύπου για την ανάκτηση του ελαιολάδου, του κασίγαρου και της πυρήνας με χαμηλή υγρασία) η μονάδα θα μπορούσε να δεχθεί και απόβλητα από διφασικά ελαιοτριβεία. Ο χαμηλής υγρασίας πυρήνας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για κομποστοποίηση ή να πωληθεί στο πλησιέστερο πυρηνελαιουργείο (Καλογεράκης, 2008).

### 6.2.7 Κεντρική μονάδα εξατμισοδεξαμενής με απόσμηση

Η προτεινόμενη Κεντρική Μονάδα είναι παρόμοια με την προηγούμενη ΚΜ ως προς τον τρόπο συλλογής και εξουδετέρωσης του κασίγαρου και ανάκτησης του ελαιολάδου, ενώ διαφέρει στον τρόπο διάθεσης του κασίγαρου και συμπεριλαμβάνει μονάδα απόσμησης.

Η λειτουργία του συστήματος γίνεται ως εξής:

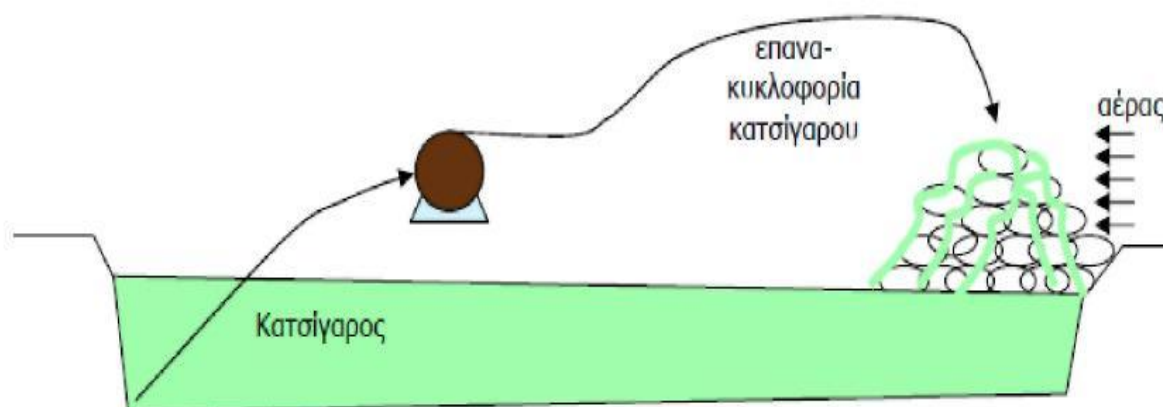
1. Τα συνεργαζόμενα ελαιοτριβεία της περιοχής θα έχουν από μία δεξαμενή χωρητικότητας 20-30 m<sup>3</sup> που θα αποθηκεύουν τον παραγόμενο κασίγαρο της ημέρας.
2. Ένα βυτιοφόρο θα παραλαμβάνει το κασίγαρο σε ημερήσια βάση και θα τον μεταφέρει στη Κεντρική Μονάδα που βρίσκεται το σύστημα επεξεργασίας και διάθεσης ή εναλλακτικά μία συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, ο κασίγαρος θα προωθείται με αντλία από την δεξαμενή του ελαιοτριβείου στην Κεντρική Μονάδα.
3. Ο «φρέσκος» κασίγαρος θα περνάει πρώτα από σύστημα ανάκτησης ελαιολάδου (περίπου το 1% του όγκου) και εν συνεχεία θα αποθηκεύεται σε δεξαμενές εξουδετέρωσης.
4. Στις δεξαμενές εξουδετέρωσης θα προστίθεται ασβέστης και θα παραμένει 24 ώρες για να καθιζάνει. Το υπερκείμενο υγρό θα διοχετεύεται σε δεξαμενές ηλεκτρολυτικής επεξεργασίας με την προσθήκη άλατος. Αποτέλεσμα της ηλεκτρολυτικής επεξεργασίας είναι η πλήρη εξουδετέρωση των οσμών και ο αποχρωματισμός του κασίγαρου.
5. Το ηλεκτρολυτικά επεξεργασμένο απόβλητο θα οδηγείται σε εξατμισοδεξαμενές επιταχυνόμενης εξάτμισης με την βοήθεια επανακυκλοφορίας των αποβλήτων. Λόγω της υπολειπόμενης παρουσίας οξειδωτικών, η επανακυκλοφορία δεν δημιουργεί διάχυση των οσμών.
6. Τα στερεά που καθιζάνουν με την προσθήκη του ασβέστη θα οδηγούνται σε χώρο

ανάμειξης με κλαδοκάθαρα (ψιλοκομμένα κλαδιά και φύλλα) και κομποστοποίησης για την παραγωγή εγγειοβελτιωτικού κατάλληλου και για βιολογική καλλιέργεια.

7. Το κόστος λειτουργίας του συστήματος θα αντιμετωπίζεται μερικώς από την πώληση του ανακτηθέντος ελαιολάδου.

8. Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου είναι η ανεύρεση κατάλληλου χώρου σε έκταση (περίπου 0,5 στρέμματα ανά 1000 m<sup>3</sup> κασίγαρου) και «σωστά επιλεγμένη» τοποθεσία για την μείωση των εξόδων μεταφοράς.

9. Με κατάλληλο εξοπλισμό (ένα decanter τριφασικό παλαιού τύπου για την ανάκτηση του ελαιολάδου, του κασίγαρου και της πυρήνας με χαμηλή υγρασία) η μονάδα θα μπορούσε να δεχθεί και απόβλητα από διφασικά ελαιοτριβεία. Ο χαμηλής υγρασίας πυρήνας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για κομποστοποίηση ή να πωληθεί στο πλησιέστερο πυρηνελαιουργείο.



**Σχήμα 6.2.7.1 Επανακυκλοφορία του ηλεκτρολυτικά επεξεργασμένου κασίγαρου για επιτάχυνση της εξάτμισης**  
(Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008)

### 6.2.8 Κεντρική μονάδα διήθησης με πριονίδια και ρητίνες

Η μέθοδος αυτή, βασίζεται στην εν σειρά διήθηση του κασίγαρου από ένα σύστημα φίλτρων από φυσικές (τύρφη, πριονίδι, άμμο) και χημικές ουσίες (ιοντοανταλλακτικές ρητίνες) σε συνδυασμό με κροκίδωση και ταυτόχρονη ρύθμιση του pH, η οποία αποφορτίζει τον κασίγαρο σε ποσοστό άνω του 95%. Το προβιομηχανικό πρότυπο της ανωτέρω μεθόδου έχει ήδη ελεγχθεί για περιορισμένη χρονική περίοδο σε ελαιουργείο της Μεσσαράς (Ελαιουργείο Αδελφών Τζωρτζακάκη, Φανερωμένη Ηρακλείου, Κρήτη), με θετικά αποτελέσματα. Η μέθοδος αυτή έχει κατοχυρωθεί με Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας (WO2005003037,GR2003100295).

### 6.2.9 Κεντρική μονάδα αναερόβιας χώνευσης

Σ' αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι «κλασσικές τεχνολογίες επεξεργασίας» υγρών αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο. Η αναερόβια χώνευση είναι ο καλύτερος τρόπος επεξεργασίας αλλά υπάρχουν δύο σημαντικά προβλήματα.

1. Οι φαινόλες που έχει ο κατσίγαρος είναι τοξικές στα αναερόβια βακτήρια και επομένως πρέπει να γίνει πρώτα έστω και μερική εξουδετέρωση των (π.χ., με συγκεκριμένα ένζυμα ή αερόβια επεξεργασία με ειδικούς μύκητες ή χρήση οξειδωτικών) ή να γίνει κατάλληλη αραιώση του κατσίγαρου με νερό ώστε να μειωθεί η συγκέντρωση των φαινολών κάτω του 1 g/L (η οποία οδηγεί σε αύξηση του όγκου επεξεργασίας και επομένως αύξηση του απαιτούμενου όγκου του χωνευτή).
2. Απαιτείται πολύπλοκος εξοπλισμός και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό. Παρόλα αυτά εάν δημιουργηθεί μια αρκετά μεγάλη Κεντρική Μονάδα επεξεργασίας η οποία να δέχεται τα απόβλητα από πολλά ελαιουργεία, μπορεί να γίνει οικονομικά βιώσιμη εάν οι ελαιοτριβείς αναλάβουν την μεταφορά του κατσίγαρου.

Σημειώτεον ότι η αναερόβια χώνευση δεν είναι αρκετή για την απευθείας διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων σε επιφανειακούς αποδέκτες. Η περαιτέρω επεξεργασία των αποβλήτων μπορεί να γίνει με αερόβια επεξεργασία ή χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων σε άρδευση (Νταλής, 1989).

Λόγω της εποχικότητας των αποβλήτων, οι μονάδες αυτές μπορούν να γίνουν κερδοφόρες αν συνεπεξεργάζονται τα απόβλητα χοιροτροφείων ή άλλων παρόμοιων μονάδων και το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης που αφενός μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εγκατάσταση και αφετέρου μπορεί να ενταχτεί στο ηλεκτρικό δίκτυο (και να τιμολογείται σαν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή ενέργειας) (Νταλής, 1989).



**Εικόνα 6.2.9.1 Πιλοτική μονάδα αναερόβιας επεξεργασίας κατσίγαρου (Βαμβακόπουλο Χανιών, Κρήτη) (Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008)**

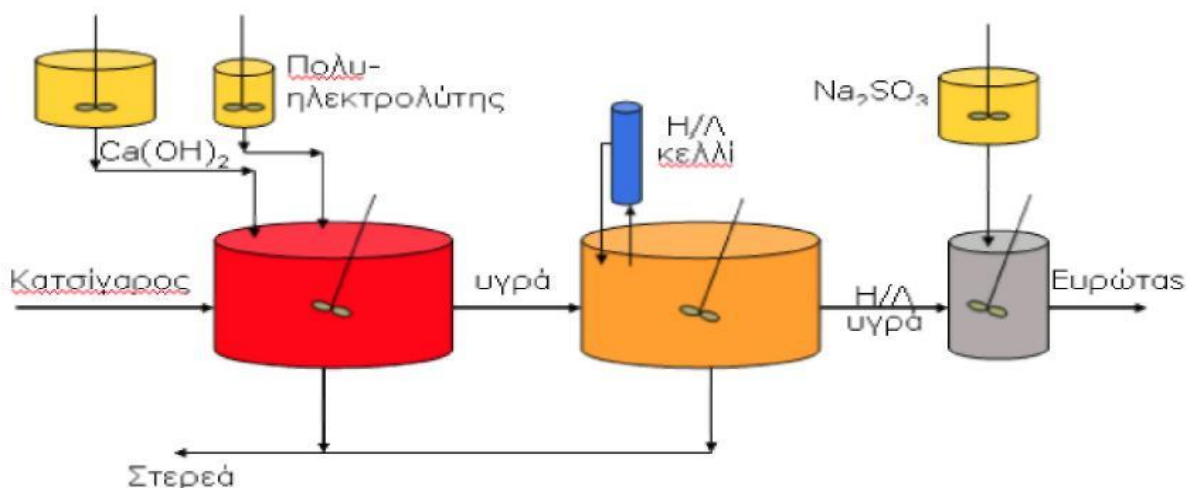
#### **6.2.10 Απόσμιση με ηλεκτρολυτική επεξεργασία**

Σε περιπτώσεις που απαιτείται έλεγχος των οσμών, το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με την προσθήκη οξειδωτικών στον κατσίγαρο. Ένας από τους καλύτερους τρόπους παραγωγής ισχυρών οξειδωτικών επί τόπου είναι η ηλεκτρόλυση.

Το διάγραμμα ροής του κατσίγαρου δίδεται στο παρακάτω σχήμα, όπου έχουμε καθίζηση των αιρούμενων στερεών του κατσίγαρου με την προσθήκη ασβέστη ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) και πολύ-ηλεκτρολύτη για υψηλή απόδοση.

Το υπερκείμενο υγρό μεταφέρεται στην δεξαμενή ηλεκτρόλυσης ενώ τα στερεά συλλέγονται για κομποστοποίηση μαζί με φύλλα από τις ελιές. Τα ηλεκτρολυτικά επεξεργασμένα απόβλητα μετά τον αποχρωματισμό τους οδηγούνται στην δεξαμενή εξουδετέρωσης της περισσειας των οξειδωτικών με θειώδες νάτριο προτού οδηγηθούν στον τελικό αποδέκτη (Νταλής, 1989).

Η τεχνολογία αυτή επιδεικνύεται εν μέρει στο Ελαιοτριβείο των Ν&Α Τουτούλης (Πλατάνα, Λακωνίας). Στις εγκαταστάσεις έχει στηθεί σύστημα ηλεκτρολυτικής κροκίδωσης κολλοειδών- αποχρωματισμός μείωση COD και έλεγχος οσμών, (Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008).



Σχήμα 6.2.10.1 Σχηματική διάταξη μονάδας ηλεκτρόλυσης του κατσίγαρου (Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008)

Πίνακας 6.2.10.1 Σύγκριση εναλλακτικών προτάσεων επεξεργασίας αποβλήτων ελαιουργείων για ένα ελαιοτριβείο

Εναλλακτική πρόταση	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1. Εξατμισοδεξανές	Μικρό κόστος κατασκευής, Ελάχιστα λειτουργικά έξοδα	Απαιτείται διαθέσιμος χώρος, Οχλήσεις από οσμές
2. Αποθήκευση και άρδευση καλλιεργειών το καλοκαίρι	Μικρό κόστος κατασκευής, Ελάχιστα λειτουργικά έξοδα, λίπανση, μείωση νερού άρδευσης	Απαιτείται διαθέσιμος χώρος, ύπαρξη καλλιεργειών, Οχλήσεις από οσμές, απαιτείται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών
3. Επιφανειακή διάθεση σε ελαιώνες και φυσική αποκατάσταση	Μικρό κόστος κατασκευής (ιδιαίτερα όταν υπάρχει το δίκτυο άρδευσης), ελάχιστα λειτουργικά έξοδα, λίπανση δένδρων	Απαιτείται η μεταφορά και διάθεση σε ελαιώνες με βυτία ή με σωλήνες άρδευσης, απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις με ελαιώνες, απαιτείται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών
4. Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση (χωρίς προστασία υδροφορέα)	Ολοκληρωμένη λύση με μικρό κόστος κατασκευής, Ελάχιστα λειτουργικά έξοδα.	Απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις με λεύκες, απαιτείται επιπλέον άρδευση με νερό το καλοκαίρι, απαιτείται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών, απαιτούνται συγκεκριμένες υδρογεωλογικές συνθήκες
5. Υπεράφια διάθεση και φυτοεξυγίανση με προστασία του υδροφορέα	Μεγαλύτερη προστασία των υπόγειων νερών από τη ρύπανση από την επιλογή #4 αλλά με υψηλότερο κόστος.	Απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις με λεύκες, απαιτείται επιπλέον άρδευση με νερό το καλοκαίρι.

(Νταλής, 1989)

**Πίνακας 6.2.10.2 Σύγκριση εναλλακτικών προτάσεων επεξεργασίας αποβλήτων  
ελαιουργείων για κεντρική μονάδα**

<b>Εναλλακτική πρόταση</b>	<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονεκτήματα</b>
1. Κεντρική Μονάδα #1 - Φυτοεξυγίανσης	Ανάκτηση υπολειμμάτων ελαιολάδου, ολοκληρωμένη λύση, παραγωγή ξυλείας	Απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις με λεύκες, απαιτείται επιπλέον άρδευση με νερό το καλοκαίρι.
2. Κεντρική Μονάδα #2 – Εξατμισοδεξαμενή με απόσμιση	Ανάκτηση υπολειμμάτων ελαιολάδου, ολοκληρωμένη λύση, σύστημα απόσμισης	Απαιτείται διαθέσιμος χώρος, επιτάχυνση ρυθμού εξάτμισης πιθανόν να δημιουργήσει προβλήματα οσμών
3. Κεντρική Μονάδα #3 Φίλτραση με πριονίδια και ρητίνες	Σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας.	Τρόπος διάθεσης του κορεσμένου πριονιδιού και διαχείρισης των υλικών φίλτρασης.
4. Κεντρική Μονάδα #4 Αναερόβια Χώνευση	Βέλτιστη επεξεργασία	Μεγάλο κόστος κατασκευής και συντήρησης, απαιτείται προσωπικό διαχείρισης
5. Απόσμιση και ηλεκτρολυτική επεξεργασία	Απόσμιση και αποχρωματισμός των αποβλήτων	Μη ολοκληρωμένη λύση για ελαιουργεία εντός οικισμού που δημιουργούν έντονα προβλήματα με οσμές

(Νταλής, 1989)



## 7 Παραπροϊόντα από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου



Σχήμα 7.1 Παραπροϊόντα κατά την επεξεργασία ελαιοκάρπου (Μιχελάκης, 2000)

### 7.1 Γενικά

Ο ελαιοπυρήνας είναι ένα μίγμα πυρηνελαίου (~5%), πυρηνόξυλου (~45%) και νερού (~50%). Το απόβλητο υγρού ελαιοπυρήνα από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου περιέχει υψηλό οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο, το οποίο είναι δύσκολο στη διαχείρισή του και μπορεί να δημιουργήσει σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η απόρριψη των αποβλήτων στο περιβάλλον ή η διάθεσή τους στο έδαφος χωρίς προηγούμενη επεξεργασία δημιουργεί κινδύνους μόλυνσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Επομένως η επεξεργασία του απόβλητου αυτού είναι τελείως απαραίτητη.

Οι κυριότερες μέθοδοι επεξεργασίας που μπορούν να εφαρμοστούν διακρίνονται κυρίως σε: 1. Βιολογικές (κομποστοποίηση, ζύμωση/χώνευση) και 2. Θερμικές.

### 7.2 Παραγωγή πυρηνέλαιου

Μία μονάδα παραγωγής πυρηνελαίου επεξεργάζεται τον ελαιοπυρήνα και την ψίχα της ελιάς, τα οποία παραμένουν μετά την αφαίρεση του ελαιολάδου στα ελαιοτριβεία. Το εργοστάσιο παραλαμβάνει τον ελαιοπυρήνα χύμα, σε ποσότητες δεκάδων τόνων. Υπάρχουν δύο βασικά στάδια παραγωγής του πυρηνελαίου: Η διαδικασία ξήρανσης και η διαδικασία απόσταξης.

Κατά τη διαδικασία ξήρανσης, ο ελαιοπυρήνας προωθείται σε μεγάλα κυλινδρικά ξηραντήρια, που θερμαίνονται και περιστρέφονται. Με τον τρόπο αυτόν εξατμίζεται η μεγάλη ποσότητα νερού που περιέχει, γεγονός που καθιστά δυνατή την αφαίρεση του λαδιού.

Η απόσταξη του πυρηνελαίου είναι μια διεργασία όμοια με την παραγωγή των περισσότερων σποροελαίων, που απαιτεί μεγάλη προσοχή και τέχνη. Χρησιμοποιείται το καθαρό εξάνιο (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>), το οποίο στην κυριολεξία "ξεπλένει" το λάδι μέσα από τον ελαιοπυρήνα. Το μίγμα λαδιού-εξανίου προωθείται έπειτα σε ειδικές δεξαμενές απόσταξης, όπου τα δύο συστατικά διαχωρίζονται τελείως. Μετά από αυτό το στάδιο το πυρηνέλαιο είναι έτοιμο προς αποθήκευση (Μιχελάκης, 2000).

### **7.3 Παραγωγή πυρηνελαίου από την Μεσσηνιακή ΑΒΕΕ**

#### **7.3.1 Γενικά για την Μεσσηνιακή ΑΒΕΕ**

Η εταιρεία ιδρύθηκε από τους αδελφούς Ηλία και Αλέξανδρο Μαργέλη το 1967 και λειτούργησε η εγκατάσταση ως πυρηνελαιουργείο συνεχώς από το 1968 έως σήμερα με οικογενειακή μετοχική σύνθεση. Σήμερα διοικείται από τα τέκνα του Ηλία Μαργέλη. Υπεύθυνος για τα νέα έργα και την παραγωγή είναι ο Αθανάσιος Μαργέλης.

Στα σαράντα χρόνια αδιάλειπτης λειτουργίας ακολούθησε και προσαρμόστηκε στις τεχνολογικές αλλαγές που προέκυψαν στο ελαιουργικό κλάδο. Ευαισθητοποιημένη στο πρόβλημα που δημιουργούν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων στο περιβάλλον, η Μεσσηνιακή Γεωργικές Βιομηχανίες ΑΒΕΕ ήδη από το 1996 συμμετείχε σε ερευνητικά προγράμματα, όπως το Life, Impolive, Ricovec κ.λπ, σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Ελαίας του ΕΘΙΑΓΕ, το Δήμο Καλαμάτας και άλλους φορείς. Η προσπάθειά της υπήρξε συνεχής και η δημιουργία του οικολογικού πυρηνελαιουργείου της, βασίστηκε στην αφομοίωση των καλύτερων ευρωπαϊκών πρακτικών (best practices).

Το πρότυπο οικολογικό πυρηνελαιουργείο, που δημιουργήθηκε το 2006, έχει ήδη διανύσει την πιλοτική φάση λειτουργίας του, όπου αποδείχθηκε η βιωσιμότητα και αποτελεσματικότητα της μεθόδου του, όπου και τιμήθηκε με ειδικό Έπαινο των Βραβείων ΟΙΚΟΠΟΛΙΣ 2007.

Η μονάδα δημιουργήθηκε με καινοτόμους τεχνολογικά λύσεις, ώστε με τις υποδομές παραλαβής και επεξεργασίας που διαθέτει σήμερα, να είναι σε θέση να παραλαμβάνει

και να επεξεργάζεται τα απόβλητα των διφασικών ελαιοτριβείων του Νομού, με τρόπο που οι εκπομπές στο περιβάλλον να μην ξεπερνούν τα θεσμοθετημένα όρια για τον ελαιουργικό τομέα.

Η επιχείρηση σήμερα αποτελεί βασικό προμηθευτή πολλών μεγάλων εταιρειών στην Ελλάδα, αλλά πραγματοποιεί και σημαντικές εξαγωγές σε πολλές χώρες όπως είναι η Ιταλία, Ισπανία, Αγγλία και πολλές άλλες. Η βασική στρατηγική της είναι βασισμένη στην εξωστρέφεια αλλά και στην καινοτομία προσπαθώντας έτσι κάθε χρόνο να κερδίζει το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

Η μονάδα δημιουργήθηκε με μεταφορά τεχνογνωσίας από την Ισπανία. Με την προηγμένη τεχνολογία της, είναι σε θέση να παραλαμβάνει και να αξιοποιεί τα απόβλητα των διφασικών ελαιοτριβείων του Νομού, μετατρέποντάς τα σε χρήσιμα παραπροϊόντα, δηλαδή:

- 1) ακατέργαστο πυρηνέλαιο (που μετά από εξευγενισμό, γίνεται άριστο έλαιο, για τηγάνισμα),
- 2) στερεά βιοκαύσιμα (πυρηνόξυλο και θρυμματισμένο κουκούτσι) και
- 3) εδαφοβελτιωτικό (μετά από κομποστοποίηση του πυρηνόξυλου με άλλα γεωργικά υπολείμματα) κατάλληλο για χλοοτάπητες και θερμοκηπιακές καλλιέργειες (<http://www.messiniaki.gr>, ημερ. πρόσβασης 12-06-2016).



**Εικόνα 7.3.1.1 Πυρηνέλαιο** ([www.messiniaki.gr](http://www.messiniaki.gr), ημερ. πρόσβασης 12-06-2016)

### **7.3.2 Πυρηνέλαιο από την Μεσσηνιακή ΑΒΕΕ**

Πυρηνέλαιο ονομάζεται το προϊόν που λαμβάνεται κυρίως από το υπόλειμμα του ελαιολάδου μετά από επεξεργασία του πυρήνα του ελαιόκαρπου. Ο πυρήνας είναι τα αναμειγμένα στερεά και υγρά υλικά που αποβάλλονται μετά από κάθε άλεση του ελαιοκάρπου στο ελαιοτριβείο. Τα υλικά που αποτελούν τον πυρήνα της ελιάς είναι τα

κουκούτσια, φλούδες από τις αλεσμένες ελιές, η σπασμένη σάρκα της ελιάς (ψύχα) και φυσικά νερό.

Δεδομένου ότι ο πυρήνας της ελιάς περιέχει μίγμα πυρηνελαίου (~3%), πυρηνόξυλου (~30%) και νερού (~67%), το πρώτο στάδιο παραγωγής είναι η ξήρανση σε κυλινδρικά ξηραντήρια με σκοπό την αφαίρεση της μεγαλύτερης ποσότητας του περιεχόμενου νερού.

Για να γίνει η παράγωγή του πυρηνέλαιου πρέπει να αφαιρεθεί το μεγαλύτερο μέρος του νερού από το μείγμα. Στη συνέχεια πρέπει να διαχωριστεί το λάδι από το υπόλοιπο μείγμα με την μέθοδο της εκχύλισης με χρήση κατάλληλου διαλύτη (εξάνιο) και στη συνέχεια με απόσταξη του μίγματος, από όπου λαμβάνεται το πυρηνέλαιο.

Το πυρηνέλαιο έχει σκούρο πράσινο ή καστανό χρώμα και χρησιμοποιείται κυρίως στη σαπωνοποιία καθώς και για βρώση μετά από ειδική κατεργασία (ραφινάρισμα). Η ετήσια παραγωγή πυρηνέλαιου στην Ελλάδα εκτιμάται ως σημαντική.

Το πυρηνέλαιο χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:

α) Ακατέργαστο πυρηνέλαιο: Έλαιο που παράγεται μετά από κατεργασία του «πυρήνα» με διαλύτη

β) Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο: Έλαιο που παράγεται μετά από εξευγενισμό (χημική διαδικασία) ακατέργαστου πυρηνελαίου

γ) Πυρηνέλαιο: Το έλαιο που προκύπτει από την ανάμειξη εξευγενισμένου πυρηνέλαιου και παρθένων ελαιόλαδων, εξαιρείται το ελαιόλαδο λαμπάντε ή μειονεκτικό.

Το πυρηνέλαιο μπορεί θεωρητικά να χαρακτηριστεί ως 'ελαιόλαδο' καθώς είναι ένα υποπροϊόν που παράγεται από τον καρπό της ελιάς. Η διαφορά του όμως είναι στην ποιότητα και στον τρόπο παραγωγής του. Σε κάθε περίπτωση είναι ιδανικό για τηγάνισμα λόγω της αντοχής του στην θερμική διάσπαση ([www.messiniaki.gr](http://www.messiniaki.gr), ημερ. πρόσβασης 12-06-2016).

#### **7.4 Πυρηνόξυλο**

Ο ελαιοπυρήνας παράγεται σαν υποπροϊόν στα ελαιοτριβεία κατά την επεξεργασία των ελιών (ελαιόκαρπος) για την παραλαβή του ελαιολάδου. Η παραλαβή του ελαιολάδου, στην συντριπτική πλειοψηφία των ελαιοτριβείων, γίνεται με φυγοκέντριση σε φυγόκεντρους διαχωριστήρες δύο ή τριών φάσεων. Ο διφασικός

διαχωριστήρας παράγει ελαιοπυρήνα υγρασίας 64%-68%, ενώ ο τριφασικός ελαιοπυρήνα υγρασίας 48%-54%. Και στις δύο περιπτώσεις ο ελαιοπυρήνας περιέχει ακόμη ελαιόλαδο της τάξης 8%-12% (επί ξηρού) που δεν παραλήφθηκε από την φυγοκέντριση.

Στην συνέχεια ο ελαιοπυρήνας μεταφέρεται στα Πυρηνελαιουργεία για να γίνει η παραλαβή του παραμένου ελαιολάδου (ακατέργαστο—μπρούτο πυρηνέλαιο) με την μέθοδο της εκχύλισης.

Στα τμήματα ξήρανσης των πυρηνελαιουργείων γίνεται η ξήρανση του ελαιοπυρήνα ώστε η υγρασία του να κατέλθει στο 8%-10%. Η ξήρανση γίνεται σε ξηραντήρια (περιστρεφόμενοι κλίβανοι) όπου με την βοήθεια μεταλλικών πτερυγίων «λικνίζεται» και έρχεται σε άμεση επαφή με θερμό ρεύμα αέρα που παράγεται από την ανάμιξη των καυσαερίων μίας εστίας καύσης πυρηνόξυλου με αέρα του περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια, στα τμήματα εκχύλισης των πυρηνελαιουργείων γίνεται η εκχύλιση του ξηρού πια ελαιοπυρήνα για την απολαβή του πυρηνελαίου. Συνήθως χρησιμοποιείται ημισυνεχές σύστημα (στατικοί εκχυλιστήρες και συνεχές σύστημα απόσταξης) και για εκχυλιστικό υγρό (διαλύτης) χρησιμοποιείται καθαρό εξάνιο. Ο διαλύτης διοχετεύεται στους εκχυλιστήρες και το μίγμα πυρηνελαίου-διαλύτη (μισέλα) που προκύπτει οδηγείται σε συνεχές αποστακτικό συγκρότημα όπου αποσταζόμενο αποδίδεται ο διαλύτης υπό αέριο μορφή, και το πυρηνέλαιο απηλλαγμένο διαλύτη .

Μετά την απομάκρυνση του εξανίου-διαλύτη, από τον εκχυλιστήρα, παραμένει μέσα σε αυτόν ο ξηρός - εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας (πυρηνόξυλο) που απομακρύνεται με την βοήθεια ατμού, υπό μικρή πίεση (Μιχελάκης, 2000).

#### **7.4.1 Σύνθεση και χαρακτηριστικά του καυσίμου**

Το πυρηνόξυλο αποτελείται:

- από τον πυρήνα της ελιάς που είναι ξυλώδης και κατακερματισμένος
- από το σαρκώδες μέρος - ψίχα της ελιάς (αποξηραμένη) υπό μορφή σκόνης
- και από την φλούδα του καρπού επίσης υπό μορφή σκόνης.

Με βάση υπάρχουσες αναλύσεις το ξυλώδες μέρος ανέρχεται περίπου στο 55% του βάρους του, ενώ το υπόλοιπο 45% είναι η σκόνη (ψίχα και φλούδα). Επίσης αναφέρεται ότι υπάρχει και ένα ποσοστό λαδιού, της τάξης του 0,5% έως 1,2% (επί

ξηρού), το οποίο δεν έχει παραληφθεί κατά την παραγωγική διαδικασία εκχύλισης στο Πυρηνελαιουργείο και παραμένει σαν υπόλειμμα λαδιού στο πυρηνόξυλο.

Το ειδικό βάρος του «χύδην» υλικού κυμαίνεται από 720-750 Kg/m<sup>3</sup> και η υγρασία του συνήθως από 12%-15%, ενώ από την εμπειρία έχει προκύψει ότι το άνω όριο υγρασίας για ικανοποιητική καύση είναι το 18%.

Η σύνθεση του σαν καύσιμο είναι περίπου ίδια με αυτήν του ξύλου και σύμφωνα με τις υπάρχουσες αναλύσεις (ΕΜΠ 1981 και ΕΜΠ 2000) έχει όπως παρακάτω:

Άνθρακας (C): 49,7% - 50,1 %

Υδρογόνο (H): 6,0% - 7,0 %

Άζωτο (N): 1,1% - 1,6 %

Θείο (S): αμελητέο (0,01%-0,08%)

Οξυγόνο (O): 38,1% - 38,8%

Από περιβαλλοντική άποψη είναι πολύ σημαντική η πολύ χαμηλή έως αμελητέα περιεκτικότητα του σε θείο και ότι το καύσιμο δεν περιέχει τοξικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα. Επίσης πολύ σημαντικό στοιχείο τόσο από λειτουργική όσο και από περιβαλλοντική άποψη (σωματιδιακές εκπομπές), είναι ότι η τέφρα είναι της τάξης του 3,5% - 4,5% (Μπαλατσούρας, 1997).

#### **7.4.2 Μειονεκτήματα πυρηνόξυλου**

Η μυρωδιά-οσμή του αποθηκευμένου καυσίμου (για αρκετό χρονικό διάστημα) που οφείλεται στις ζυμώσεις που διενεργούνται στο σαρκώδες μέρος (ψίχα) και αναδύονται κατά την αναμόχλευση του υλικού (φόρτωση, άδειασμα, μεταφορικές διατάξεις).

Ο κίνδυνος αυτανάφλεξης, όταν ειδικά αποθηκεύεται σε σωρούς μεγάλου ύψους, λόγω της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στο εσωτερικό του, πάλι λόγω ζυμώσεων του σαρκώδους μέρους. (Όμως πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η φλόγα δημιουργείται μετά από 1-2 ημέρες από την εμφάνιση προειδοποιητικού καπνού από το συγκεκριμένο σημείο).

Η δυσκολία ροής του υλικού όταν αυτό αποθηκεύεται σε μεγάλα silo ( πάνω από 1 m3) και έχει υγρασία άνω του 12%.

Ο άσπρος καπνός (οπτική όχληση) που εμφανίζεται κατά την καύση και πού κατά κύριο λόγο οφείλεται στην εμπεριεχόμενη υγρασία του καυσίμου που αποβάλλεται υπό μορφή υδρατμών (Μπαλατσούρας, 1997).

## 7.5. Πυρηνόξυλο από την Μεσσηνιακή ABEE

Το πυρηνόξυλο είναι ο επεξεργασμένος πυρήνας ελιάς που έχει περάσει από όλα τα στάδια ποιοτικού καθαρισμού, είναι φιλικό προς το περιβάλλον και μπορεί να αντικαταστήσει σε πολλές περιπτώσεις τη χρήση του πετρελαίου.

Το καθαρό πυρηνόξυλο είναι ένα βιοκαύσιμο που οδηγεί σε εξοικονόμηση έναντι του πετρελαίου έως και 60% και 33% έναντι του πέλετ ξύλου. Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σε αντίθεση με το πετρέλαιο γι' αυτό και το Υπουργείο Περιβάλλοντος το κρίνει κατάλληλο για χρήση εντός των πόλεων.

Το πυρηνόξυλο που παράγεται στην μονάδα της Μεσσηνιακής ABEE, καταλαμβάνει λιγότερο χώρο έναντι του ξύλου, δεν χρειάζεται συνεχή τροφοδοσία και διατίθεται σε σάκους εύχρηστους και έτοιμους να καλύψουν την κάθε ανάγκη του καταναλωτή.

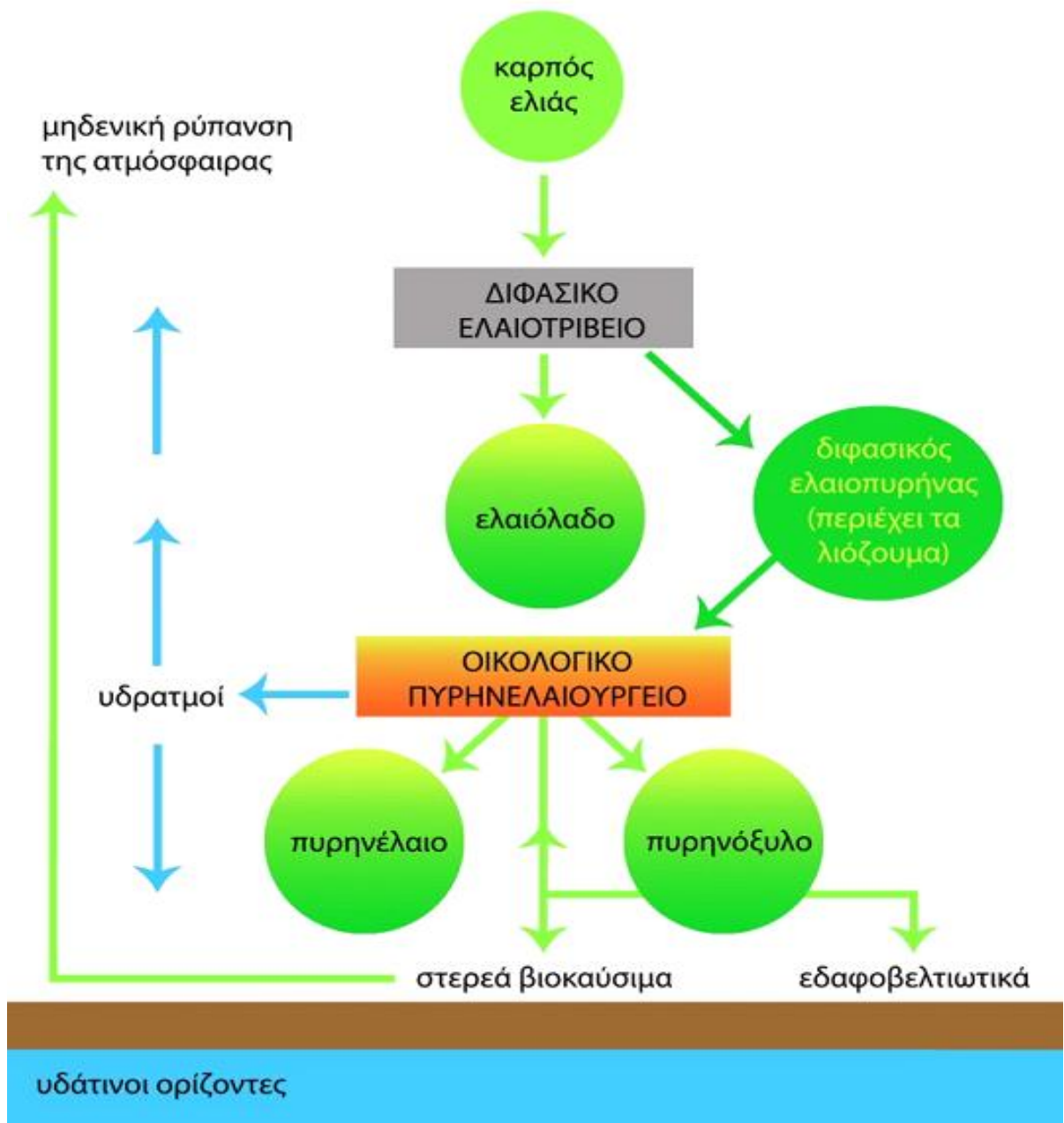
Η ποιότητα του πυρηνόξυλου καθορίζεται από την παραγωγή τέφρας (που πρέπει να είναι μικρότερη του 1,5%) όπως επίσης και από την υγρασία του (που επιβάλλεται να είναι μικρότερη του 8%), *όσο πιο χαμηλή είναι η υγρασία και η παραγωγή τέφρας του, τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα του πυρηνόξυλου.*

Η εταιρεία Μεσσηνιακή ABEE έχοντας πολυετή εμπειρία και διακεκριμένη πορεία στον χώρο, παρέχει το πυρηνόξυλο με τα χαμηλότερα ποσοστά τέφρας και υγρασίας επιτυγχάνοντας την μέγιστη ποιότητα και θερμική απόδοση του χώρου που χρειάζεται θέρμανση.

Η χρήση του είναι εύκολη και η τιμή του ιδιαίτερα ελκυστική σε σχέση με την ενεργειακή του αξία και είναι κατάλληλο τόσο για οικιακή χρήση όσο και για επαγγελματική χρήση ([www.messiniaki.gr](http://www.messiniaki.gr), ημερ. πρόσβασης 12-06-2016).



Εικόνα 7.5.1 Πυρηνόξυλο ([www.messiniaki.gr](http://www.messiniaki.gr), ημερ. πρόσβασης 12-06-2016)



Σχήμα 7.5.1 Γραμμή παραγωγής διφασικού ελαιοτριβείου και οικολογικού πυρηνελαιουργείου (Μεσσηνιακή ΑΒΕΕ, Επεξεργασία προϊόντων βιομάζας ελιάς, [www.messiniaki.gr](http://www.messiniaki.gr), ημερ. πρόσβασης 12-06-2016)



## 8 Συμπεράσματα

Τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων του ελαιοτριβείου είναι:

- Αρκετά υψηλό οργανικό φορτίο
- Υψηλή συγκέντρωση φαινολικών (φυτοτοξικότητα)
- Μικρή περιεκτικότητα σε άζωτο
- Υψηλή συγκέντρωση στερεών
- Χαμηλή τιμή pH

Οι επιπτώσεις από την ανεξέλεγκτη διάθεση των ανεπεξέργαστων ή ελλιπώς επεξεργασμένων αποβλήτων των ελαιοτριβείων, είναι:

### Περιβαλλοντικές:

- Πιθανές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία
- Ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα
- Όχληση των κατοίκων – τουριστών
- Επίδραση στα φυσικά οικοσυστήματα – ρύπανση φυσικού οικοσυστήματος, π.χ. ποτάμια, θάλασσες

### Κοινωνικές:

- Δημόσια υγεία,
- Υποβάθμιση εδάφους – περιοχών

### Οικονομικές:

- Τουρισμός
- Περιορισμός ανάπτυξης βιομηχανιών ελαιοτριβείων

Ειδικότερα, η απευθείας διάθεση των αποβλήτων ελαιοτριβείου στο υπάρχον αποχετευτικό δίκτυο είναι απαγορευμένη, καθώς δημιουργεί πολλά προβλήματα. Επίσης σε όλες τις ελαιοπαραγωγές χώρες, υπάρχει αυστηρή νομοθεσία για την ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων ελαιοτριβείων στους φυσικούς αποδέκτες.

Γενικά η διάθεση των αποβλήτων μπορεί να καταστρέψει την ικανότητα αυτοκαθαρισμού των συστημάτων και να δημιουργήσει μια σειρά από προβλήματα, όπως:

- Οπτική ρύπανση και προβλήματα δυσσομίας.
- Επιπτώσεις στα ύδατα και τους υδρόβιους οργανισμούς.
- ο Προβλήματα ευτροφισμού.

ο Δημιουργία ανοξικών συνθηκών.

ο Αδιαπέρατο φιλμ (συσσωρευμένα λίπη στην επιφάνεια των υδάτων που εμποδίζουν τις ακτίνες του ήλιου να εισχωρήσουν στην υδάτινη στήλη) (Kapellakis et al., 2006).

ο Χρωματισμό φυσικών υδάτων (λόγω της οξείδωσης και του πολυμερισμού των τανινών) (Kapellakis et al., 2006).

- Επιπτώσεις στο έδαφος

ο Αλλαγές στο πορώδες του εδάφους (Niaounnakis and Halvadakis, 2006).

ο Μικροβιοστατική κ μικροβιοκτόνο δράση (Kotsou et al., 2004).

ο Φυτοτοξική δράση.

- ◆ Ύπαρξη πολυφαινολών.

- ◆ Αύξηση αλάτων.

- ◆ Παρουσία οργανικών οξέων (πχ οξικό και φορμικό οξύ) (D'Annibale et al., 2004).

Ιδιαίτερη αναφορά σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει στο περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε **φαινολικές ενώσεις**.

## 8.1 Φαινολικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις έχουν μία ή περισσότερες υδροξυλομάδες συνδεδεμένες με έναν ή περισσότερους βενζολικούς δακτυλίους. Βρίσκονται στα φυτά και είναι μέρος του αμυντικού τους μηχανισμού, για την προστασία τους, από έντομα και παθογόνους μικροοργανισμούς (Vermerris and Nickolson, 2006).

Η ποσότητά τους στον ελαιόκαρπο εξαρτάται κυρίως από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και το στάδιο ωριμότητάς τους. Άγουρες ελιές έχουν και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ελαιοευρωπεΐνη (η οποία είναι το κύριο φαινολικό συστατικό της ελιάς (Ποντίκης, 2000).

Οι πολυφαινόλες είναι υδατοδιαλυτές ενώσεις και κατά τη παραγωγή του ελαιολάδου μεταφέρονται κυρίως στην υδάτινη φάση. Η ελαιοευρωπεΐνη βρίσκεται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στα απόβλητα, κάτι που οφείλεται στην υδρόλυση που υφίσταται προς υδροξυτυροσόλη και ελενολικό οξύ κατά τη παραγωγική διαδικασία.

Κατά Hamdi οι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν στα απόβλητα ελαιοτριβείου διακρίνονται:

**α)** στις απλές φαινολικές ενώσεις, που περιλαμβάνουν τανίνες μικρού μοριακού βάρους και φλαβονοειδή και

**β)** στις πολυφαινόλες, οι οποίες περιλαμβάνουν σκούρου χρώματος πολυμερή και προκύπτουν σαν αποτέλεσμα του πολυμερισμού και της οξείδωσης των απλών φαινολικών ενώσεων (Hamdi, 1992).

Στα απόβλητα ελαιοτριβείου έχουν ανιχνευτεί πάνω από τριάντα φαινολικές ενώσεις (Niaounakis and Halvadakis, 2006).

Η παρουσία των φαινολικών ενώσεων στα απόβλητα ελαιοτριβείου είναι ίσως το σημαντικότερο εμπόδιο για την αποτοξικοποίηση του αποβλήτου. Ωστόσο πολλές επιστημονικές εργασίες αποδεικνύουν την χρησιμότητα αυτών των ενώσεων στην ανθρώπινη υγεία, αφού παρουσιάζουν αντιοξειδωτική, αντικαρκινική και καρδιοπροστατευτική δράση και θα μπορούσαν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν στις βιομηχανίες τροφίμων, φαρμάκων και καλλυντικών [(Vermerris and Nickolson, 2006, Shahidi and Naczk, 2004)].

## **8.2 Νέες έρευνες και τεχνολογίες**

Σε βιοκάσιμα μετατρέπονται τα απόβλητα των ελαιοτριβείων

Ρόλος του Εργαστηρίων Βιοχημικής Μηχανικής και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, είναι η:

- Περιβαλλοντική παρακολούθηση (monitoring)
- Εκτίμηση περιβαλλοντικής ζημιάς
- Προσδιορισμός δράσεων
- Πρόληψης και
- Αποκατάστασης
- Ανάπτυξη και βελτιστοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών αντιρρύπανσης

(Διαχείριση αποβλήτων, <http://www.olivenews.gr/el/article/>, Επιστήμη Τεχνολογία, 01-05-2013).



### Περιγραφή εξοπλισμού

1. Μετρητής βιοαερίου
2. Αισθητήρας θερμοκρασίας
3. Υδατόλουτρο
4. Αντλία ανακυκλοφορίας
5. Αντλία τροφοδοσίας
6. Δοσομετρική αντλία ρυθμ. δ/τος
7. Ρυθμιστής θερμοκρασίας
8. Δεξαμενή καθίζησης
9. Διαχωριστής αερίου/υγρού
10. Ρυθμιστής pH
11. Δοχείο απορροής
12. Ρυθμιστής παροχής τροφοδοσίας

**Εικόνα 8.2.1 Καινοτόμες λύσεις: ταχύρρυθμα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιολιτριβείων (3-φασικών και 2-φασικών)**

(Κορνάρος, 2013)

## **9 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

1. Αντωνόπουλος, Β., (2001), Ποιότητα νερού και ρύπανση υδατικών πόρων, Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
2. Βορεάδου Α., (1993) “Υγρά απόβλητα ελαιουργείων –Επιπτώσεις στα φυσικά υδατικά οικοσυστήματα της Κρήτης”. Πρακτικά Δημερίδας για τη Διαχείριση Αποβλήτων των Ελαιουργείων Σητεία.
3. Γεωργακάκης, Δ. & Τζίχα Φ., (1995), 4 Προτάσεις-Λύσεις για τα απόβλητα ελαιοτριβείων, Γεωργική Τεχνολογία.
4. Γεωργακάκης, Δ. & Χριστοπούλου Ν., (2003). Η αντιμετώπιση του προβλήματος των αποβλήτων ελαιοτριβείων με φυσική καθίζηση, Ελιά & Ελαιόλαδο.
5. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2001), Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος, STUDY CONTRACT B4-3040/99/110194/MAR/E3, report No: CO 4953-2, July.
6. Κορνάρος, Μ. (2013), Εφαρμογή της Οδηγίας για την Περιβαλλοντική Ευθύνη σε Εθνικό Επίπεδο, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής,, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Εργ. Βιοχημικής Μηχανικής & Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, Dec 13.
7. Κυριστάκης, Α.Κ. (1988), Το ελαιόλαδο, Αγροτικές Συνεταιριστικές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη.
8. Λυμπεράτος, Γ., (2000α), Διαχείριση στερεών αποβλήτων, Πανεπιστήμιο Πατρών.
9. Μιχελάκης Ν. (2000), Απόβλητα ελαιοτριβείων: Οικονομικότητα, εφικτότητα των μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων, Γεωργική Τεχνολογία Ελαιοκομία.
10. Μιχελάκης Ν. και Βοζινάκης Κ. (1994), Καταλληλότητα των εξατμισοδεξαμενών για τον χειρισμό των αποβλήτων των ελαιουργείων της Κρήτης.
11. Μιχελάκης Ν., (2000), Απόβλητα ελαιοτριβείων, Γεωργική Τεχνολογία Ελαιοκομία.
12. Μπαλατσούρας Γ. Δ. (1997). Σύγχρονη Ελαιοκομία: Το Ελαιόλαδο. Αθήνα.
13. Μπλίκα, Π. (2009). Βιοτεχνολογικές μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών-Τμήμα Χημικών Μηχανικών.
14. Νταλής, Δ. (1989), Αναερόβια Βιολογική Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων Ελαιουργείων προς Παραγωγή Βιοαερίου, Διαχείριση αποβλήτων Ελαιουργείων, Ηράκλειο Κρήτης.

15. Οιχαλιώτης Κ.Δ. και Ζερβάκης Γ., (1999). Τα απόβλητα και παραπροϊόντα των ελαιотριβείων δύο και τριών φάσεων. Μια αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης.
16. Πολυράκης Γ.Θ., (2002), Περιβαλλοντική Γεωργία, Ψυχάλου, Αθήνα.
17. Ποντίκης Α.Κ. (2000), Ειδική Δενδροκομία Ελαιοκομία, Τρίτος τόμος, Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
18. Σαββίδης Γ., (1994) Σε: ΓΕΩΤΕΕ, Παρ/μα Κρήτης, “Απόβλητα Ελαιουργείων και Υδατοκαλλιέργειες, Παρέμβαση”, Οργανισμός Ανάπτυξης Σητείας.
19. Τσακνρίδης, Δ., (2011), Παραγωγή πολυφαινολών υψηλής προστιθέμενης αξίας στα απόβλητα ελαιотριβείου, Εργαστήριο Μηχανικής Μεταποίησης Αγροτικών Προϊόντων, Τμήμα Μηχανικής Βιοσυστημάτων, Λάρισα.
20. Χατζημανωλάκης, Μ., (2001), “Αξιολόγηση Μεθόδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Ελαιουργείων”. Μεταπτυχιακή Διατριβή ΠΜΣ «Περιβαλλοντική Πολιτική & Διαχείριση», Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.

### **Ξένη Βιβλιογραφία**

21. Balice V., Carrieri C., Cera O., and Di Fazio A., (1986). “Natural biodegradation in olive mill effluents stored in open basic”. Proc. Int. Symp. Olive by-products valorization, Seville, Spain, 4-7, March (1986) IN Niaounakis M. and Halvadakis C. P., “Olive-Mill Waste Management-Literature Review and Patent Survey” Tyrothito –George Dardanos, Αθήνα, 2004
22. D’ Annibale, A., Casa, R., Pieruccetti, F., Ricci, M., Marabottini, R., (2004), Lentinula edodes removes phenols from olive-mill wastewater: impact on durum wheat (*Triticum durum* Desf.) germinability.
23. Di Giovacchino, L., and Mascolo, A., (1998), Incidenza delle tecniche operative nell, estrazione dell, olio dale olive con il sistema continuo. Rivista Italiana delle Sostanze Grasse.
24. Fiestas & Borja (1992), Μπαλατσούρας (1997). Κύρια χαρακτηριστικά των OMW από κλασσικά και φυγοκεντρικά ελαιотριβεία.
25. Hamdi, M. (1992), Toxicity and Biodegradability of Olive Mill Wastewater in Batch Anaerobic Digestion, Applied Biochemistry and Biotechnology.

26. Kapellakis I.E., K.P. Tsagarakis, Ch. Avramaki and A.N. Angelakis (2006). Olive mill wastewater management in river basins: A case study in Greece, *Agr Water Manage* 82.
27. Kotsou M., Mark, I., Lasaridi, K., Chatzipavlidis, I., Balis, C., Kyriacou, A., (2004), The effect of olive oil mill wastewater (OMW) on soil microbial communities and suppressiveness against *Rhizoctonia solani*, *Applied Soil Ecology*.
28. Niaounakis, M. and Halvadakis C.P., (2006), *Olive Processing Waste Management - Literature Review and Patent Survey*, Second Edition, Elsevier.
29. Oreopoulou, V., Russ, W., (2007), *Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry*. Springer.
30. Paraskeva, P. and Diamadopoulos, E. (2006), Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: a review, *J. Chemical Technology and Biotechnology*.
31. Shahidi F. and Naczk, M., (2004), *Phenolics in Food and Nutraceuticals*, CRC Press LLC.
32. Vermerris W., Nicholson R., (2006) - *Phenolic Compound and their effects on human health/phenolic Compound Biochemistry*.
33. Vermerris, W., Nickolson, R., (2006), *Phenolic Compound Biochemistry*, Springer.
34. Vlyssides, A.G., Bouranis, D.L., Loizidou, M., and Karvouni, G., (1996), Study of a demonstration plant for the co-composting of olive oil processing wastewater and solid residue. *Bioresource Technology*.

#### **Διαδικτυακές πηγές**

35. FAIR CT96-1420, Annex 2. Final report, IMPROLIVE, Improvements of Treatmenets and Validations of Liquid-Solid Waste from the Two-Phase Olive Extraction, [www.nf-2000.org/publications/q30011.pdf](http://www.nf-2000.org/publications/q30011.pdf), 2000, ημερομηνία πρόσβασης 20-03-2015.
36. Faostat Database, 2004 - <http://www.fao.org>, ημερομηνία πρόσβασης 14-03-2015.
37. <http://de.wikipedia.org/wiki/Flotation>, ημερομηνία πρόσβασης 09-03-2015.
38. <http://en.wikipedia.org/wiki/Supersaturated>, ημερομηνία πρόσβασης 21-03-2015.
39. [http://www.bcua.org/WPC\\_VT\\_WasteWaterPrimarySedimentation.htm](http://www.bcua.org/WPC_VT_WasteWaterPrimarySedimentation.htm), ημερομηνία

πρόσβασης 25-03-2015.

40. <http://www.dsmz.de>, ημερομηνία πρόσβασης 12-03-2015.
41. <http://www.ecocrete.gr>, ημερομηνία πρόσβασης 07-03-2015.
42. <http://www.ekof.de/grafik/Flotation%20a.jpg>, ημερομηνία πρόσβασης 16-03-2015.
43. <http://www.fiw.rwth-aachen.de/improlive/rsanfall/abwasser/ anaerob.html>.
44. <http://www.hri.ac.uk/recoveg/respics.htm>, ημερομηνία πρόσβασης 11-03-2015.
45. [http://www.italocorotondo.it/tequila/partier\\_section/belgium\\_english/be\\_lag\\_waste\\_water.htm](http://www.italocorotondo.it/tequila/partier_section/belgium_english/be_lag_waste_water.htm), ημερομηνία πρόσβασης 21-03-2015.
46. <http://www.oliveoilsource.com>, ημερομηνία πρόσβασης 08-03-2015.
47. <http://www.pharm.uoa.gr/minos>, ημερομηνία πρόσβασης 13-03-2015.
48. [http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech\\_Environ/incinerator.html](http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech_Environ/incinerator.html), ημερομηνία πρόσβασης 15-03-2015.
49. <http://www.westech-inc.com/daf.html>, ημερομηνία πρόσβασης 15-03-2015.
50. Project TDC OLIVE, 2004 “Waste treatment”, “Setting up a network of technology Disseminations Centres to optimize SMEs in the olive and the olive sector”, <http://www.tdcolive.net>, ημερομηνία πρόσβασης 10-03-2015.
51. Project TDC OLIVE, 2004, “By-Product Reusing from olive and olive oil production”, “Setting up a network of Technology Disseminations Centres to optimize SMEs in the olive and olive oil sector”, <http://www.tdcolive.net>, ημερομηνία πρόσβασης 16-03-2015.
52. Project TDC OLIVE, 2004, “Processing technology in olive oil and table olive”, “Setting up a network of technology Disseminations Centres to optimize SMEs in the olive and the olive sector”, <http://www.tdcolive.net>, ημερομηνία πρόσβασης 18-03-2015.
53. Prosodol-Life (2011), Χαρακτηριστικά και Σύνθεση Αποβλήτων Ελαιοτριβείων, <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/473>, ημερομηνία πρόσβασης 07-03-2015.
54. Publication RAC /CP (Regional Activity Centre for cleaner production), 2000, “Pollution Prevention in olive oil production”, <http://www.cpcorg.com>, ημερομηνία πρόσβασης 16-03-2015.
55. Treatment and processing of residues from olive processing EU Life project, <http://www.aquatec-engineering.com/engl-src/aqua.htm>, ημερομηνία πρόσβασης 17-03-2015.
56. Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, <http://www.internationaloliveoil.org>, ημερομηνία πρόσβασης 18-03-2015.



57. Ενημερωτικό φυλλάδιο του προγράμματος TDC OLIVE [www.tdolive.net](http://www.tdolive.net), ημερομηνία πρόσβασης 17-03-2015.
58. Καινοτόμα Συστήματα Διαχείρισης Αποβλήτων Ελαιουργείων, <http://www.aegean.gr/environment/eda/naias/>, ημερομηνία πρόσβασης 05-03-2015.
59. Καλογεράκης Ν., Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα LIFE05, Environment “EnviFriendly” και Πολυτεχνείο Κρήτης (website info: <http://www.EnviFriendly.tuc.gr>), ημερομηνία πρόσβασης 13-03-2015.
60. Καλογεράκης Ν., Νικολαΐδης Ν.Π., (2008 Μάϊος), Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, GR 73100, Μέτρα Φιλικά Προς το Περιβάλλον: 10 Εναλλακτικές Προτάσεις Επεξεργασίας Αποβλήτων Ελαιουργείων, Χανιά, <http://www.envifriendly.tuc.gr/en/docs/OMW%20Treatment%20Alternatives.pdf>, ημερομηνία πρόσβασης 15-03-2015.
61. Μεσσηνιακή ABEE, Επεξεργασία προϊόντων βιομάζας ελιάς, <http://www.messiniaki.gr>, ημερομηνία πρόσβασης 12-06-2016.
62. Προώθηση αιφόρων προτύπων παραγωγής και κατανάλωσης: το παράδειγμα του ελαιολάδου, <http://www.infoil.gr/olive-oil-market/world-market>, Συγκριτική Αναφορά Αγορών Ελαιολάδου, πρόγραμμα INFOIL (LIFE08 INF/GR/000581), 31/12/2012, Πολυτεχνείο Κρήτης, ημερομηνία πρόσβασης 15-03-2015.
63. Σε βιοκαύσιμα μετατρέπονται τα απόβλητα των ελαιοτριβείων, Διαχείριση αποβλήτων, <http://www.olivenews.gr/el/article/>, Επιστήμη Τεχνολογία, 1/5/2013, (ημερομηνία πρόσβασης 28-03-2015).