



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

Εφαρμοσμένες Πολιτικές & Τεχνικές Προστασίας
του Περιβάλλοντος

Διπλωματική Εργασία

Σεραφείμ Δελάκος

Θέμα: Τρόποι Διαχείρισης Αποβλήτων Ελαιοτριβείων
&

Διερεύνηση Αξιοποίησης τους για την Παραγωγή Ενέργειας
& χρήσιμων προϊόντων



Επιβλέποντες Καθηγητές: Π. Σινιόρος & Ν. Μανουσάκης

Αθήνα,

Οκτώβριος 2023



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: «Τρόποι Διαχείρισης Αποβλήτων Ελαιοτριβείων & Διερεύνηση Αξιοποίησης τους για την Παραγωγή Ενέργειας & χρήσιμων προϊόντων»

Επιβλέπων καθηγητής: ΣΙΝΙΟΡΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Συνεπιβλέπων Καθηγητής: ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Η Τριμελής Επιτροπή

Γεώργιος Βαρελίδης

Σινιόρος Παναγιώτης

Μανουσάκης Νικόλαος



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Δελάκος Σεραφείμ του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 07 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Εφαρμοσμένες Πολιτικές και Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

-Ο- Δηλών

ΔΕΛΑΚΟΣ ΣΕΡΑΦΕΙΜ



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	6
Περίληψη	7
Εισαγωγή	9
Κεφάλαιο 1^ο: Ο Καρπός της της Ελιάς	16
1.1. Ιστορική Αναδρομή.....	16
1.2.Ελιά: Ορισμός & Βιολογική Περιγραφή του Προϊόντος.....	21
1.3. Η Καλλιέργεια του Ελαιόδεντρου.....	28
1.4. Διαδικασία Παραγωγής Ελαιόλαδου.....	30
1.5. Η Ελαιοπαραγωγή στην Ελλάδα.....	34
1.6. Κατηγορίες Ελαιόλαδου.....	36
1.7. Παραδοσιακός Τρόπος.....	38
1.8. Φυγοκεντρικά Συστήματα Τριών Φάσεων.....	40
1.9. Φυγοκεντρικά Συστήματα Δύο Φάσεων.....	42
1.10. Επιλεκτική Διήθηση (Διεργασία Sinolea).....	44
1.11. Αποθήκευση.....	45
1.12. Κατανάλωση Νερού.....	46
Κεφάλαιο 2^ο: Τα Απόβλητα των Ελαιοτριβείων & οι Περιβαλλοντικές τους Επιπτώσεις	47
2.1.Απόβλητα Ελαιοτριβείων.....	47
2.1.1. Υγρά Απόβλητα.....	49
2.1.2. Στερεά Απόβλητα.....	50
2.1.3. Αέρια Απόβλητα.....	51



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

2.2. Ζητήματα που Ανακύπτουν κατά τη Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργίας	53
2.3. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.....	56
2.3.1. Επιπτώσεις σε Μικροοργανισμούς	58
2.3.2. Επιπτώσεις στο Έδαφος και τα Φυτά	62
2.3.3. Επιπτώσεις στον Υδροφόρο Ορίζοντα	64
2.3.4. Επιπτώσεις στην Ατμόσφαιρα	66
2.3.5. Σύγκριση Αποβλήτων με Βάση το Είδος του Ελαιοτριβείου	68
2.3.6. Χαρακτηρισμός Αποβλήτων	71
2.4. Νομοθετικό Πλαίσιο	74
Κεφάλαιο 3^ο: Μέθοδοι Επεξεργασίας Αποβλήτων από την Παραγωγή Ελαιόλαδου	76
3.1. Βασικές Μέθοδοι Διαχείρισης των Αποβλήτων	76
3.2. Μεθοδολογία Προσέγγισης στην Διαχείριση των Αποβλήτων	78
3.3. Βασικότερες Μέθοδοι Προεπεξεργασίας	82
3.4. Φυσικοχημική Επεξεργασία.....	85
3.5. Βιολογική Επεξεργασία	90
3.5.1. Αναερόβια Χώνευση	90
3.5.2. Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία.....	91
3.5.3. Συνδυασμένες Βιολογικές Διεργασίες	92
3.5.4. Συν - Χώνευση	93
3.5.5. Κομποστοποίηση	94
3.6. Οξείδωση και Προηγμένη Οξείδωση	96
Κεφάλαιο 4^ο: Παραγωγή Χρήσιμων Προϊόντων	98



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

4.1. Τρόποι Αξιοποίησης των Αποβλήτων	98
4.2. Ενεργειακή Αξιοποίηση	101
4.2.1. Παραγωγή Βιομεθανίου	102
4.2.2. Παραγωγή Βιοαιθανόλης	103
4.2.3. Παραγωγή Βιοντήζελ	105
4.3. Αξιοποίηση στη Γεωργία	107
4.3.1. Παραγωγή Οργανικών Λιπασμάτων	107
4.3.2. Εφαρμογή ως Παρασιτοκτόνων	108
4.4. Αξιοποίηση στην Κτηνοτροφία	109
4.5. Αξιοποίηση ως Υποστρώματος για την Παραγωγή Εδώδιμων Μυκήτων	111
4.6. Αξιοποίηση για την Απομόνωση Χρήσιμων Χημικών Ενώσεων	113
4.6.1. Παραλαβή Αντιοξειδωτικών και Φαινολικών Ενώσεων	113
4.6.2. Παραλαβή Πηκτινών	114
4.6.3. Παραλαβή Ενζύμων	115
4.7. Αξιοποίηση για τον καθαρισμό νερού και λυμάτων	117
Επίλογος – Συμπεράσματα:	119
Συγκεντρωτικός Κατάλογος Εικόνων	121
Βιβλιογραφικές Αναφορές	122



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας φτάνει στο τέλος του ένα μακρύ ταξίδι μάθησης, γνώσης και εξέλιξης. Το πόνημα αυτό ήταν ιδιαίτερης αξίας για εμένα, καθώς η ελιά και το λάδι αποτελούσαν και εξακολουθούν να αποτελούν βασικό παράγοντα της αγροτικής οικονομίας του τόπου καταγωγής μου, αλλά και της καθημερινής ζωής των κατοίκων της περιοχής. Ωστόσο και παρόλη την προσωπική μου ανάγκη να μελετήσω εις βάθος το ζήτημα των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία, προτείνοντας μεθόδους αξιοποίησής τους, τίποτα από όλα όσα επετεύχθησαν στην πορεία αυτή δεν θα μπορούσε να πραγματοποιεί χωρίς τους ανθρώπους που θα μνημονευθούν εν συνεχεία, αρχής γενομένης από την οικογένειά μου, τους γονείς και την αδερφή μου, τους οποίους ευχαριστώ για την αγάπη που μου μεταλαμπάδευσαν για τη φύση και όσα αυτή παράγει. Εν συνεχεία οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στη σύζυγό μου, Γαρυφαλλιά, για την απaráμιλλη στήριξή της και την κατανόηση που έδειξε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσης εργασίας.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους διδάσκοντες και τις διδάσκουσες του μεταπτυχιακού προγράμματος, οι οποίοι κατέβαλαν τεράστιες προσπάθειες να μας βοηθήσουν και συχνά υπερέβησαν εαυτόν στην προσπάθειά τους να μας συνδράμουν σε οποιοδήποτε ζήτημα ανέκυπτε κατά καιρούς. Κυρίως όμως είμαι ευγνώμων στους δύο επιβλέποντες καθηγητές μου, Π. Σινιόρο και Ν. Μανουσάκη, καθώς έχω την ακλόνητη βεβαιότητα πως χωρίς την απεριόριστη στήριξη, την αρωγή και την παρότρυνση των οποίων η εργασία δεν θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να ολοκληρωθεί.



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

Περίληψη

Διατρέχοντας κανείς την ιστορία και την παράδοση της χώρας μπορεί πολύ εύκολα να εντοπίσει το αναμφισβήτητο γεγονός πως η ελαιοπαραγωγική της διαδικασία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αγροτική ανάπτυξή της. Στις μέρες μας η Ελλάδα κατέχει μία σημαντική θέση, ούσα η Τρίτη μεγαλύτερη ελαιοπαραγωγική δύναμη στον κόσμο όσον αφορά την επεξεργασία του ελαιόλαδου, ακολουθώντας δύο χώρες της Μεσογείου, την Ιταλία και την Ισπανία. Οι γεωμορφολογικές αλλά και οι κλιματολογικές συνθήκες την Ελλάδα ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξη της καλλιέργειας του ελαιόδεντρου με αποτέλεσμα η χώρα να καθίσταται μία από τις πλέον υπολογίσιμες δυνάμεις στον τομέα της ελαιοπαραγωγής.

Ωστόσο, παρότι η συμβολή του είναι κομβικής σημασίας του πρωτογενούς τομέα, αλλά και της ελληνικής οικονομία της χώρας εν γένει, ο κλάδος παρουσιάζει μία σειρά δυσκολιών που εμποδίζουν την μεγάλη παραγωγή και εξαγωγή του προϊόντος, μεταξύ των οποίων είναι η διαχείριση αλλά και η ελλιπής οργάνωση. Εκτός αυτών όμως ένα άλλο σοβαρό ζήτημα που χρειάζεται διερεύνηση και απαιτεί καίριες και στοχευμένες λύσεις είναι το ζήτημα της περιβαλλοντικής μόλυνσης, καθώς μαζί με το ελαιόλαδο παράγονται και διάφορα υποπροϊόντα, σε τεράστιες ποσότητες, τα οποία έχουν τεράστιες επιπτώσεις για το περιβάλλον.

Όπως προαναφέρθηκε, οι τρεις κύριες χώρες παραγωγής ελαιόλαδου βρίσκονται στη λεκάνη της Μεσογείου, στις οποίες λαμβάνει χώρα η ελαιοπαραγωγική διαδικασία, παράγοντας τεράστιες ποσότητες ελαιόλαδου, αλλά και των υποπροϊόντων του. Ως εκ τούτου καθίσταται σαφές πως και τα επίπεδα των απόβλητων τα οποία παράγονται είναι εξίσου υψηλά, γεγονός που με τη σειρά του επιφέρει ποσότητα περιβαλλοντικών ρύπων οι οποίοι σε καμία περίπτωση δεν είναι εφικτό να είναι διαχειρίσιμοι.

Τα εν λόγω περιβαλλοντικά προβλήματα ανακύπτουν από το κράμα της χημικής σύστασης των αποβλήτων που προκύπτουν από την επεξεργασία και του πολύ υψηλού οργανικού φορτίου τους. Ωστόσο, όσον αφορά το συγκεκριμένο ζήτημα στον ελλαδικό χώρο πρέπει να σημειωθεί πως τα πράγματα διαφέρουν, καθώς η πλειονότητα



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

των επιχειρήσεων είναι μικρές οικογενειακές μονάδες, διαθέτοντας λιγοστά μέσα και οικονομικές δυνατότητες, χωρίς να μπορούν σε καμία περίπτωση να ανταποκριθούν στα μεγάλα κόστη που φέρουν η εγκατάσταση νέου εξοπλισμού συστημάτων επεξεργασίας των αποβλήτων, καταφεύγοντας εν τέλει στη διαχείριση των αποβλήτων με τρόπους οι οποίοι δεν είναι ούτε νομικά αλλά ούτε και περιβαλλοντικά αποδεκτοί.

Τα απόβλητα αυτά έχουν ιδιαίτερες βλαβερές επιπτώσεις για περιβάλλον, καθώς έχουν υψηλά επίπεδα τοξικότητας, γεγονός που οδηγεί στη λήψη μέτρων για τις ανάγκες της διαχείρισής τους. Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα η επεξεργασία τους με διαφορετικές μεθόδους, μηχανικές, χημικές, θερμικές, αλλά και βιολογικές, ενώ από την άλλη τα στερεά επεξεργάζονται μέσω των πυρηνελαιουργείων.

Για τους άνωθεν λόγους κρίθηκε απαραίτητο στην παρούσα διπλωματική εργασία να πραγματοποιηθεί μία αδρομερής βιβλιογραφική έρευνα στην οποία θα μελετηθούν οι επιστημονικές προσεγγίσεις που σχετίζονται με την επεξεργασία αυτών των αποβλήτων με σκοπό την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων, τα οποία μπορούν κάλλιστα να αξιοποιηθούν στους τομείς της γεωργίας και της κτηνοτροφίας με ποικίλους τρόπους, ανάμεσα στους οποίους ως οργανικά λιπάσματα, εδαφοβελτιωτικά, παρασιτοκτόνα ή ακόμα και ως ζωοτροφές. Παράλληλα, η αξιοποίησή τους μπορεί να επεκταθεί και σε περισσότερα πεδία, όπως είναι τα ενεργειακά, καθώς τα απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοντίζελ ή βιοαερίου, για την απομόνωση χρήσιμων χημικών ενώσεων (φαινολικών και πτητικών), ως υπόστρωμα για την παραγωγή εδώδιμων μυκήτων. Όλες αυτές οι δυνατότητες, ωστόσο, δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να μείνουν μόνο στο πλαίσιο του επιστημονικού-ερευνητικού ενδιαφέροντος αλλά να επεκταθούν και να αξιοποιηθούν ώστε να αποκτήσουν ενεργές και χρηστικές πρακτικές.



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

Λέξεις κλειδιά: ελαιοπαραγωγή, απόβλητα, μέθοδοι επεξεργασίας, αξιοποίηση, παραπροϊόντα, μέθοδος δύο φάσεων, μέθοδος τριών φάσεων, βιολογική επεξεργασία

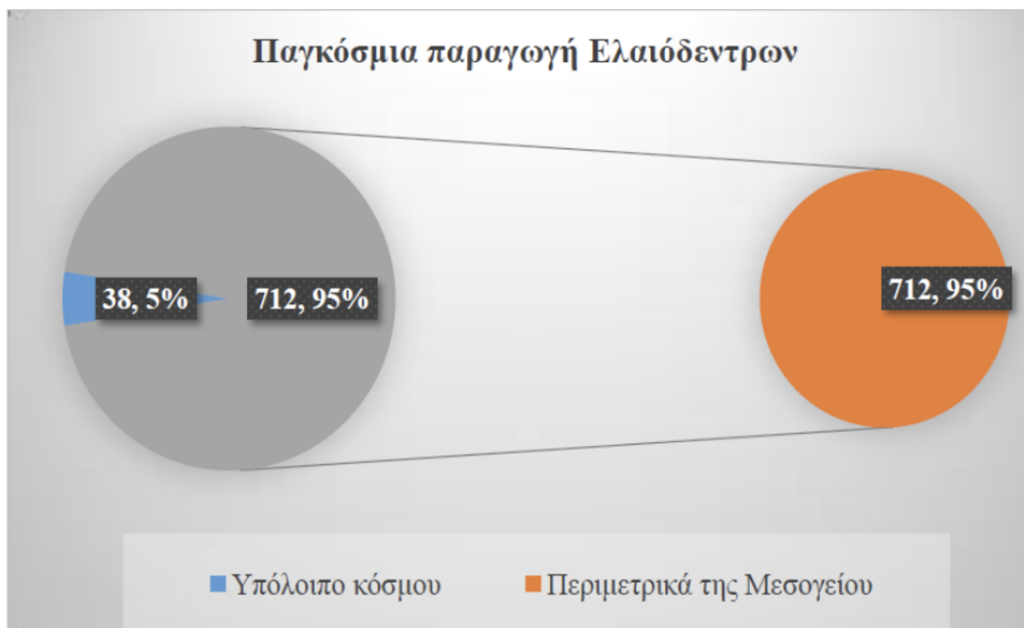
Εισαγωγή

Ως δέντρο η ελιά είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ευρύτερη περιοχή της μεσογείου, στον χώρο δηλαδή που ευδοκιμεί, αναπτύσσεται και αξιοποιείται. Ωστόσο, σε καμία άλλη χώρα δεν έχει ταυτιστεί τόσο έντονα με την ιστορία, τον πολιτισμό και την οικονομία της, όπως συνέβη με τον ελλαδικό χώρο, γεγονός που έχει τις ρίζες του στους προϊστορικούς χρόνους. Οι γραπτές πηγές και τα αρχαιολογικά ευρήματα βρίθουν πληροφοριών σχετικά με την αξία που είχε η ελιά στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων κατά την αρχαιότητα, γεγονός που με τη σειρά του επιβεβαιώνει πως ως δέντρο ήταν υψίστης σημασίας, τόσο από συμβολική σκοπιά όσο και από οικονομική, ενώ παράλληλα είχε πολλαπλές χρήσεις και στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων (Kapellakis, tsagarakis, & Crowther, 2008).

Η καταγωγική στιγμή της χρήσης της ελιάς είναι φύσει αδύνατο να προσδιοριστεί επακριβώς, έχει ωστόσο ως κοινό κλώσμα την διερεύνηση των μεσογειακών πολιτισμών, οι οποίοι προσπάθησαν μέσω της ελαιοπαραγωγής και της εμπορευσιμότητας του ελαιόλαδου να επεκταθούν και να κατακτήσουν τα εμπορικά λιμάνια του μέχρι τότε γνωστού κόσμου. Φτάνοντας μέχρι και τις μέρες μας, η ελιά και το λάδι είναι ταυτόσημα της μεσογειακής διατροφής, της υγείας και του ευ ζην εν γένει, καθώς σύμφωνα με πληθώρα επιστημονικών διατροφολογικών μελετών το ελαιόλαδο είναι η πεμπτουσία της μεσογειακής διατροφής, διαθέτοντας σημαντικά διατροφικά συστατικά, τα οποία έχουν τεράστια οφέλη στην ανθρώπινη υγεία (Kapellakis, tsagarakis, & Crowther, 2008).

Όπως προαναφέρθηκε λοιπόν, η ελαιοπαραγωγική διαδικασία είναι ένας από τους σημαντικότερους γεωργοβιομηχανικούς κλάδους κυρίως στις μεσογειακές χώρες, στις οποίες η ετήσια παραγωγή αγγίζει τα 3 εκατομμύρια τόνους, αριθμός που ξεπερνά το 95% της παραγωγής ελαιόλαδου παγκοσμίως (Kapellakis, tsagarakis, & Crowther, 2008).

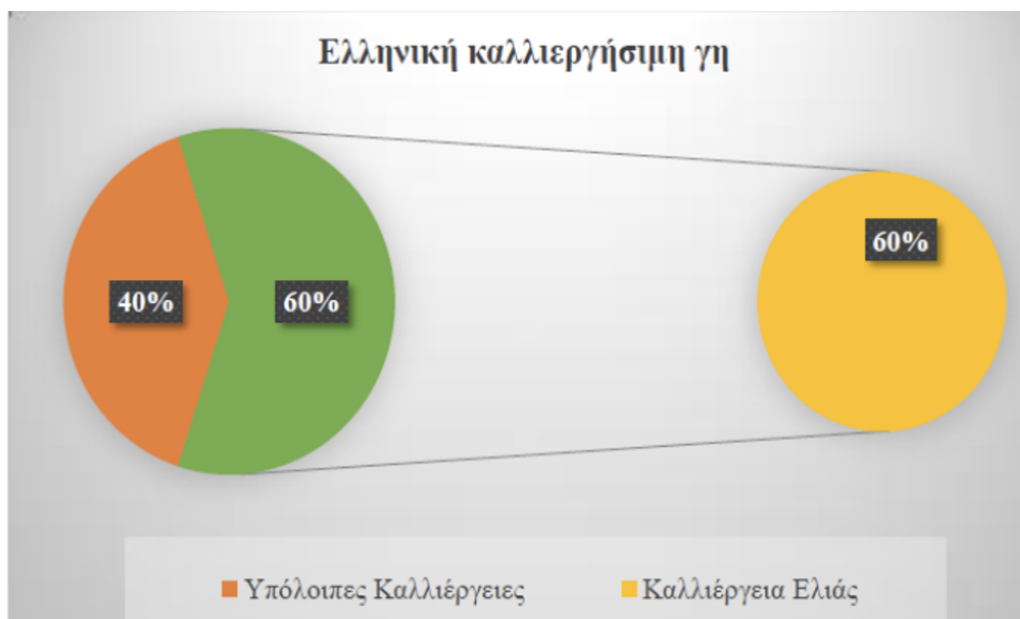
Όσον αφορά την ελληνική επικράτεια ένα μεγάλο ποσοστό, σχεδόν το 60% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, καταλαμβάνεται από ελαιόδεντρα, κατέχοντας την πρώτη θέση της παραγωγής μαύρης ελιάς σε παγκόσμια κλίμακα, ενώ παράλληλα διαθέτει πληθώρα διαφορετικών ποικιλιών, τις περισσότερες από όλες τις χώρες. Ταυτόχρονα, η Ελλάδα βρίσκεται πολύ υψηλά και στην κατάταξη της παραγωγικότητας αλλά και της επεξεργασίας βρώσιμης ελιάς, κατέχοντας την 3^η θέση παγκοσμίως. Μάλιστα σύμφωνα με τις μετρήσεις του 2018, ο αριθμός των ελαιόδεντρων ανέρχονταν σε 140 εκατομμύρια, με την παραγωγή του ελαιόλαδου να ανέρχεται σε περίπου 370.000 τόνους ετησίως, εκ των οποίων το 80% πρόκειται για «εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο». Εν κατακλείδι, κλάδος της παραγωγής ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο αποτελείται σε εθνικό επίπεδο από περίπου 2.700 ελαιουργεία (International Olive Council, 2019).



Εικόνα 1: Παγκόσμια παραγωγή Ελαιοδέντρων (σε εκατομμύρια)

Η γεωγραφική κατανομή των ελαιουργείων εξαρτάται από τη γεωγραφική κατανομή των πληθυσμών ελαιοδένδρων. αξίζει να σημειωθεί πως σε παγκόσμια κλίμακα η παραγωγή ελαιόλαδου στην Ελλάδα αντιπροσωπεύει ένα ποσοστό της τάξεως του 15%, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στα 140 εκ. ελαιόδεντρα που

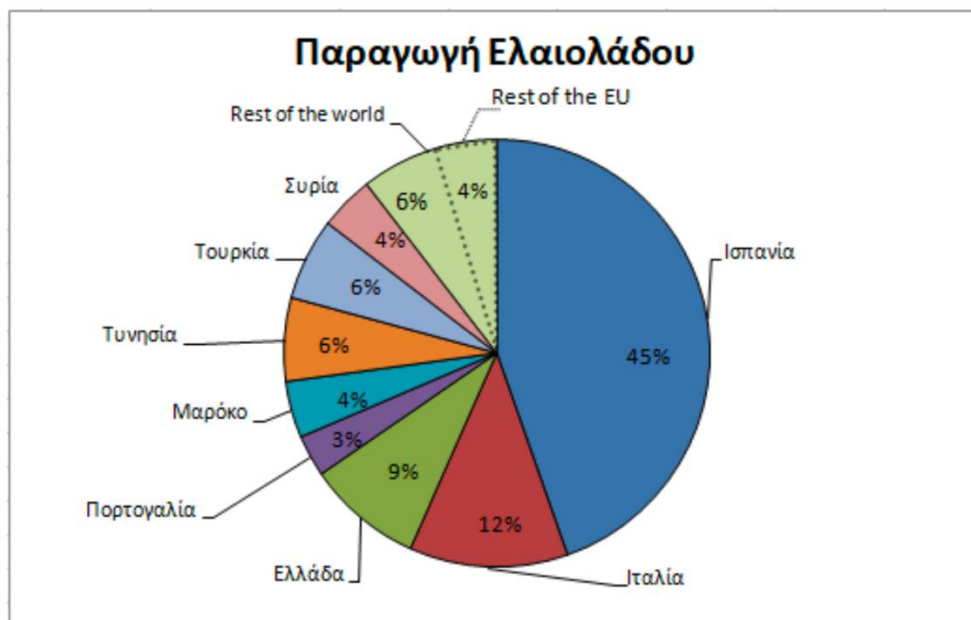
διαθέτει, τα οποία καλλιεργούνται σε 1.700 περίπου στρέμματα. Γεωγραφικά η ελιά καλλιεργείται σε πολλές διαφορετικές περιοχές της Ελλάδος, με βασικότερες εκείνες της Πελοποννήσου, της Κρήτης, τη Στερεά Ελλάδα, αλλά και σε με μικρότερη κλίματα τα νησιά του Αιγαίου, όπως η Λέσβος, αλλά και του Ιονίου, με μεγαλύτερο κέντρο παραγωγής την Κέρκυρα (Μπουλώτης, 1993).



Εικόνα 2 : Ελληνική καλλιεργήσιμη γη

Το ποσοστό ωστόσο που καλύπτει τις ανάγκες της αγοράς, όσον αφορά τη βρώσιμη ελιά, είναι αρκετά χαμηλό και ανέρχεται μόλις στο 10% περίπου της συνολικής παραγωγής. Οι υπόλοιποι ελαιόκαρποι καταλήγουν στα ελαιοτριβεία προκειμένου να γίνει η παραγωγή του ελαιόλαδου. Στην Ελλάδα υπάρχουν πάνω από 2.700 ελαιοτριβεία, είτε σε μορφές συνεταιρισμού είτε ιδιωτικά, τα οποία καλύπτουν τις ανάγκες έκθλιψης των ελαιόκαρπων (Θέριος, 2005). Τα ελαιοτριβεία είναι άμεσα συνδεδεμένα με την καλλιέργεια της ελιάς, καθώς η γεωγραφική τους κατανομή, αλλά και η λειτουργικότητά τους βασίζεται στις τοποθεσίες των ελαιόδεντρων και στη προσβασιμότητά τους σύμφωνα με τη θέση στην οποία βρίσκονται και την ευκολία του οδικού δικτύου αν το έδαφος είναι ορεινό ή πεδινό. Η λειτουργία των ελαιοτριβείων

αυτών, όπως είναι φυσικό, είναι εποχιακή και λαμβάνει χώρα κατά την περίοδο καρποφορίας των δέντρων, ενώ λαμβάνεται υπόψιν και σε αυτήν την περίπτωση η περιοχή, ο τύπος των ελαιώνων, αλλά και η πρακτική που εφαρμόζει ο εκάστοτε καλλιεργητής προκειμένου να συλλεχθεί ο καρπός. Κατ’ εκτίμηση τα περισσότερα ελαιοτριβεία της χώρας λειτουργούν τους χειμερινούς μήνες, Νοέμβριο με Ιανουάριο, περίπου δηλαδή 90 ημέρες τον χρόνο (Βέμμος, 2009).



Εικόνα 3: Μέση ετήσια ποσοστιαία παραγωγή ελαιόλαδου για την περίοδο 2013-2018 σε όλο τον κόσμο.

Εύλογο είναι λοιπόν το συμπέρασμα πως η παραγωγή αυτή θα έχει και έναν ανάλογο όγκο ρίπων, ωστόσο, το ποσοστό των αποβλήτων που παράγεται είναι σχεδόν πενταπλάσιο του όγκου του παραγόμενου ελαιόλαδου. Αυτό σημαίνει πως υπάρχει ένας τεράστιος παραγόμενος όγκος αποβλήτων, τα οποία προκύπτουν είτε σε στέρεη είτε σε υγρή μορφή. Τα απόβλητα αυτά δεν έχουν πάντοτε την ίδια σύνθεση αλλά ούτε και ποσοτικά είναι ίδια, γεγονός που οφείλεται σε μία πληθώρα παραγόντων, ο σημαντικότερος εκ των οποίων είναι η μέθοδος παραγωγής. Σε κάθε περίπτωση

απαιτείται μία συγκεκριμένη και εξειδικευμένη επεξεργασία για τα απόβλητα αυτά πριν την διάθεσή τους (Tutin κ.α., 1972; Strid, 1997; Raina, 2003).

Πιο συγκεκριμένα, στα ελαιοτριβεία υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορεί να γίνει η εξαγωγή του ελαιόλαδου από την ελαιοζύμη, τα οποία θα αναλυθούν ενδελεχώς εν συνεχεία. Ωστόσο, αναφορικά πρέπει να πούμε πως τα συστήματα αυτά είναι με πίεση, το οποίο λέγεται παραδοσιακό ή κλασσικό σύστημα και με φυγοκέντρωση, συνεχές σύστημα δηλαδή, δύο ή τριών φάσεων. Εδώ, προκύπτει το ζήτημα των παραγόμενων υγρών αποβλήτων, γνωστά με την ονομασία κατσίγαρος, καθώς τα στερεά απόβλητα, τα ελαιοπυρήνα, αξιοποιούνται από τα πυρηνελαιουργεία και ως εκ τούτου το πρόβλημα με αυτά μειώνεται.

Μεγάλο πρόβλημα, ωστόσο, δημιουργούν τα απόβλητα που δημιουργούνται με το σύστημα φυγοκέντρωσης δύο φάσεων, δημιουργούν ένα νέο πρόβλημα, το οποίο χρήζει άμεσου χειρισμού και επίλυσης, καθώς τα απόβλητα αυτά παρόλο που έχουν υδαρή σύσταση, δεν είναι υγρά, καθώς αποτελούν συγκερασμό υγρών και στερεών αποβλήτων (Tutin κ.α., 1972; Strid, 1997; Raina, 2003).

Η συνηθέστερη μέθοδος που εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια για την διαχείριση των υγρών αποβλήτων είναι η ρίψη τους σε διάφορους υδάτινους αποδέκτες στην επιφάνεια της γης, δηλαδή σε χείμαρρους, ποτάμια, λίμνες ή και στη θάλασσα. Πάνω από τα μισά ελαιοουργεία της χώρας (σε ποσοστό 58%) ρίχνουν τα απόβλητά τους σε χείμαρρους, με σκοπό τα περισσότερα εξ αυτών να καταλήξουν σε μεγαλύτερους υδάτινους αποδέκτες. Μόλις το 11,5% των αποβλήτων καταλήγουν απευθείας στη θάλασσα και το υπόλοιπο 19,5% καταλήγει σε αποδέκτες στο έδαφος (Βέμμος, 2009).

Το πρόβλημα που ανακύπτει, ωστόσο, με τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων και την ανεξέλεγκτη ρίψη τους σε υδάτινους αποδέκτες είναι πως δημιουργούνται έντονα φυτοτοξικά φαινόμενα, με αποτέλεσμα να αλλάζει άρδην η υπάρχουσα χλωρίδα, ενώ παράλληλα οδηγεί σε ποιοτική υποβάθμιση των υπόγειων υδάτων, αλλά και των θαλάσσιων ακτών. Παράλληλα, τα απόβλητα δημιουργούν και θέματα στις ελαιοπαραγωγικές περιοχές και στους κατοίκους τους, καθώς αφενός υπάρχουν εξαιρετικά δυσάρεστες οσμές, οι οποίες αναδίδονται από τις δεξαμενές εξατμισοδιαπνοής, δηλαδή τις υπαίθριες ανοικτές δεξαμενές στις οποίες



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

αποθηκεύονται τα απόβλητα, ενώ παράλληλα συσσωρεύεται και μεγάλος αριθμός εντόμων καθιστώντας συχνά τις περιοχές αυτές ενοχλητικές ή ακόμη και ανθυγιεινές (Βέμμος, 2009).

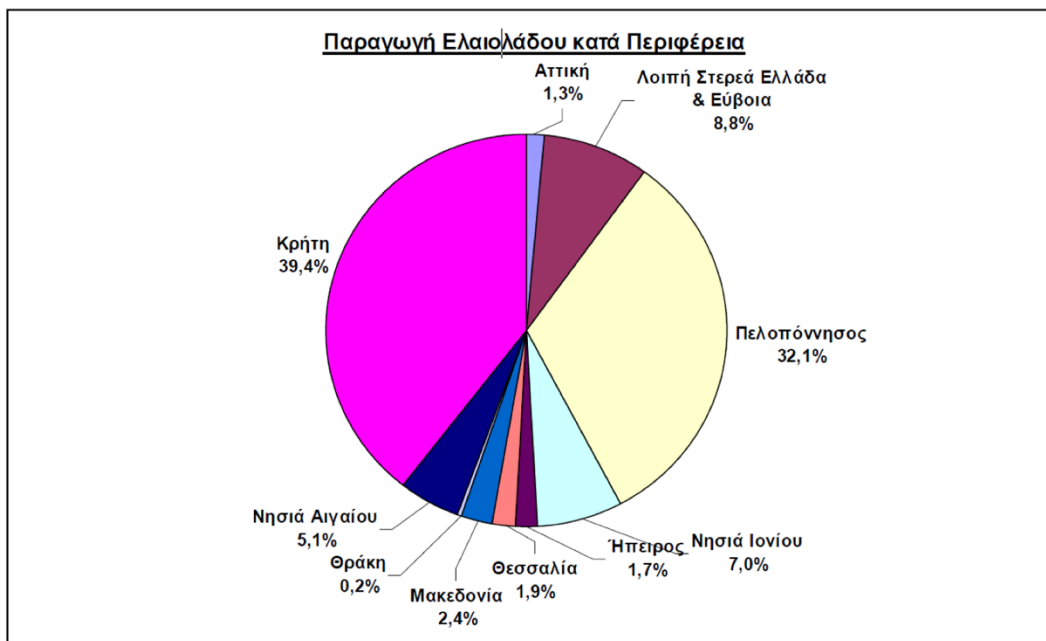
Τα τελευταία χρόνια στους τομείς της αναζήτησης εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης των αποβλήτων έχουν γίνει εκτεταμένες έρευνες με διάφορες προσπάθειες να βρεθεί μία μόνιμη λύση για το πρόβλημα αυτό. Παρόλα αυτά, δεν έχει δοθεί μία έγκαιρη και καθοριστική λύση που θα μπορούσε να απλοποιήσει τουλάχιστον το ζήτημα των αποβλήτων που ανακύπτει ανάλογα με την παραγωγή. Όλες οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις που έχουν παρουσιαστεί φέρουν σχεδόν ίσα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και η εφαρμογή τους σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί εύκολη υπόθεση καθώς θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν διάφοροι και διαφορετικοί παράγοντες, τεχνικές ιδιομορφίες, αλλά και τοπικές συνθήκες, κοινωνική συναίνεση αλλά και τις οικονομικές προεκτάσεις του ζητήματος, καθώς ενδέχεται πολλές λύσεις να μην είναι συμφέρουσες για τα ελαιοτριβεία (Tutin κ.α., 1972; Strid, 1997; Raina, 2003).

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας λοιπόν είναι αφενός η μελέτη και η αποσαφήνιση των προβλημάτων που προέρχονται από τη διαδικασία παραγωγής του ελαιόλαδου, ενώ θα γίνει προσπάθεια παρουσίασης ορισμένων προτάσεων προκειμένου να υπάρξει σωστή διαχείριση ή τρόποι επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων στηριζόμενοι στις υπάρχουσες επεξεργασίες.

Εν κατακλείδι, τα κυριότερα προβλήματα που ανακύπτουν στις μελέτες που έχουν κατά καιρούς γίνει είναι πως οι διεργασίες που πρέπει να λάβουν χώρα δεν είναι ακόμη δοκιμασμένες σε ευρύτερη κλίμακα και ως εκ τούτου χρειάζεται περαιτέρω εκτίμηση των αποτελεσμάτων αυτών των μεθόδων σε εφαρμογές μεγαλύτερης κλίμακας. Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές οπτικές επάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα, με πολλές περιβαλλοντικές ομάδες ή ομάδες γεωπόνων να έχουν αντιρρήσεις σχετικά με την καταλληλότερη επεξεργασία και την πιο σωστή λύση, έτσι ώστε να μην είναι ρυπαντές ποταμών αλλά να βρεθεί ένας τρόπος να ανακυκλώνονται (Βέμμος, 2009).

Ως επί τω πλείστω, οι διεργασίες στοχεύουν κυρίως στη βιοδιόρθωση, δηλαδή σε έναν τρόπο μείωσης της επίδρασης των ρύπων από τα απόβλητα και στην

προσπάθεια να μετατραπούν σε ορισμένα πολύτιμα προϊόντα, αλλά και στην τροποποίηση της μέχρι πρότινος τεχνολογίας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του ελαιόλαδου. Η απουσία κοινής πολιτικής γραμμής μεταξύ των βασικότερων ελαιοπαραγωγικών χωρών επιδεινώνει την κατάσταση και δεν βοηθά στην εξεύρεση οριστικής λύσης. Οι αγροτικοί τομείς, και κυρίως αυτός της ελαιοβιομηχανικής δραστηριότητας είναι εξαιρετικά σημαντικοί για την οικονομία και τις κοινωνικές δομές μιας χώρας και για τον λόγο αυτό καθίσταται αναγκαία η συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων μερών με σκοπό την εξεύρεση ουσιαστικής λύσης για τη διάθεση των αποβλήτων στην εκάστοτε περιοχή. Πριν όμως από αυτό στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει μία ιστορική αναδρομή και βοτανολογική ανάλυση στο φυτό της ελιάς, καθώς και στους τρόπους παραγωγής και επεξεργασίας των καρπών της (Βέμμος, 2009).



Εικόνα 4: Παραγωγή ελαιολάδου ανά περιφέρεια (2000-2006).



Κεφάλαιο 1^ο

Ο Καρπός της Ελιάς

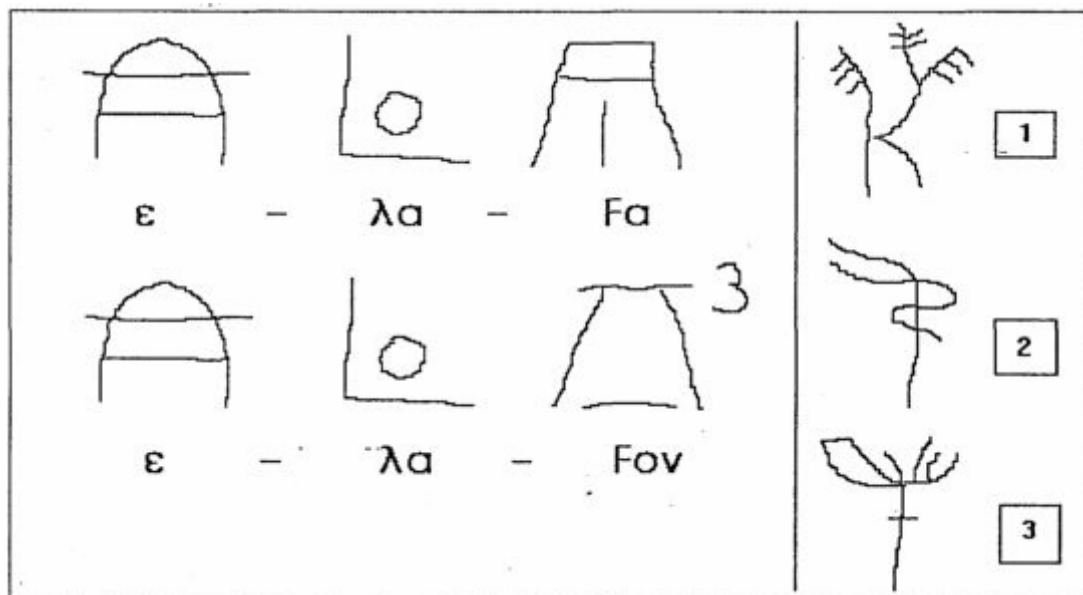
1.1. Ιστορική Αναδρομή

Η παρουσίαση των ελαιόδεντρων στην ζωή των ανθρώπων χρονολογείται από αρχαιότατων χρόνων. Έχουν βρεθεί δεκάδες παραστάσεις στις οποίες η ελιά έχει πρωτεύοντα ρόλο, όπως επίσης πολλοί μύθοι και δοξασίες, οι περισσότεροι εκ των οποίων προέρχονται από μεσογειακές χώρες. Εικάζεται πως οι πρώτες καλλιέργειες ξεκίνησαν στις περιοχές της σημερινής Συρίας, της Μικράς Ασίας, αλλά και σύμφωνα με κάποιους στη Β. Αφρική, περίπου στο 6.000 π.Χ. Στην κυρίως Ευρώπη πέρασε αργότερα και μέσω της Ελλάδας, στην οποία διαδόθηκε από τους Φωκείς και αναπτύχθηκε και στην Κρήτη ήδη από το 3.500 π.Χ, για να περάσει αργότερα στην Ιταλία και στην περιοχή της Ισπανίας (Μπουλώτης, 1993).

Στην ελληνική επικράτεια, η εκμετάλλευση της ελιάς ξεκίνησε πιθανότατα κατά τους προϊστορικούς χρόνους στην περιοχή του Αιγαίου, ωστόσο συγκεκριμένες λεπτομέρειες και πληροφορίες για το ζήτημα δεν έχουν ακόμη διευκρινιστεί. Ωστόσο, οι μελετητές πιστεύουν ότι κατά τη διάρκεια της Νεολιθικής εποχής και εξής είχε αρχίσει η συγκομιδή ελαιοκαρπών, κυρίως από άγριες ελιές που υπήρχαν στην περιοχή, ενώ η συστηματική καλλιέργειά της χρονολογείται κατά την πρώιμη εποχή του Χαλκού, δηλαδή κάπου στα μέσα της 3ης Χιλιετίας π.Χ. (Μπουλώτης, 1993).

Οι πληροφορίες που υπάρχουν σχετικά με την ενσωμάτωση του καρπού στις διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων προέρχονται από την Ύστερη Εποχή του Χαλκού και συγκεκριμένα από το ανάκτορο της Πύλου, όπου σε μία εκ των πινακίδων που έχουν βρεθεί στις ανασκαφές αναφέρεται η λέξη ro-ra, η οποία προσδιορίζει το ιδεόγραμμα ενός ελαιοκαρπού και διαβάζεται ως φορβή/φορβάς, γεγονός που δηλώνει πως το προϊόν είναι «για βρώση». Εν γένει οι πινακίδες, γραμμένες σε Γραμμική Β οι οποίες προέρχονται από διαφορετικά ανακτορικά αρχεία, όπως είναι των: Πύλου, Κνωσού αλλά και των Μυκηνών βρίθουν πληροφοριών σχετικές με το ζήτημα και προσθέτουν σημαντικά στοιχεία στην έρευνα για τη γλωρίδα αλλά και τις διατροφικές συνήθειες της εποχής. Οι πινακίδες αυτές χρονολογούνται περίπου στα τέλη του 13^{ου}

αιώνα π.Χ, και δείχνουν πως η παραγωγή και η κατανάλωση της ελιάς παρουσίασαν γεωμετρική πρόοδο από τον 17^ο αιώνα π.Χ. και εξής. Ως εκ τούτου λοιπόν, άρχισε να αποδίδεται ένας σαφής και ξεκάθαρος ορισμός, αλλά και να διαφαίνεται η σημαντικότητα στην οικονομία και την κοινωνία της Κρήτης και των Μυκηνών, καθώς και οι χρήσεις τόσο ως προς την ίδια την ελιά, ως δέντρο και καρπό, αλλά και ως προς την παραγωγή του ελαιόλαδου. Έτσι λοιπόν, η αποκρυπτογράφηση της γραμμικής Β, βοήθησε να διευρυνθούν οι ιστορικές γνώσεις για την ελιά, αλλά και να γίνουν γνωστά και η συλλαβογράμματα απόδοσή των λέξεων για την ελιά και το λάδι, αλλά και τα αντίστοιχα ιδεογράμματα (Μπουλώτης, 1993).



Εικόνα 5: Γραμμική Β γραφή. Αριστερά για την ελιά (επάνω) και το ελαιόλαδο (κάτω). Δεξιά τα ιδεογράμματα για το ελαιόδεντρο (1), το λάδι (2) και τον καρπό (3).

Σύμφωνα με τον αρχαιοελληνικό μύθο η ελιά είχε βασική θέση στη ζωή των ανθρώπων και κυρίως στην Αθήνα, όπου η πρωτεύουσα έλαβε και το όνομά της από τη Θεά Αθήνα έπειτα από τη διένεξη που είχε με τον Θεό Ποσειδώνα. Η θεά πρόσφερε στους κατοίκους της Αθήνας ένα δέντρο ελιάς, σύμβολο δόξας και κλέους κι έτσι οι κάτοικοι αποφάσισαν να κάνουν την θεά προστάτιδα της πόλης δίδοντας προς τιμήν της το όνομά της σε αυτήν (Μπουλώτης, 1993).

Ως σύμβολο η ελιά είχε μεγάλη σημασία, καθώς χαρακτήριζε την ειρήνη, αλλά και την δόξα, καθώς με ένα στεφάνι καμωμένο από κλώνια ελιάς τιμούσαν και στεφάνωναν τους νικητές των ολυμπιακών αγώνων. Ένα στεφάνι ελιάς και μια φιάλη ελαιόλαδου ήταν η απόδειξη της υψηλής ανδρείας αλλά και αναγνώριση νίκης. Ο Όμηρος ονόμασε το λάδι που εξάγεται από τον καρπό της ελιάς «υγρό χρυσάφι», ενώ σύμφωνα με άλλες πληροφορίες που μας παρέχει ο γνωστός ποιητής της αρχαιότητας, η καλλιέργεια ελιάς στην Ελλάδα είχε παράδοση μεγαλύτερη από 10.000 χρόνια και για αυτόν τον λόγο, όπως προαναφέρθηκε, το δέντρο της ελιάς και ο καρπός του είχαν κυριαρχήσει στην ελληνική επαρχία και βοηθούσαν πάντοτε τις τοπικές οικονομίες και κοινωνίες. Μάλιστα η ιερότητα των δέντρων ήταν τόσο μεγάλη που όποιος συλλαμβανόταν να κόβει ένα δέντρο ελιάς τον περίμενε θάνατος ή εξορία. Στο εμπόριο το ελαιόλαδο διατηρούσε τη θέση ενός από τα πλέον απαραίτητα προϊόντα και μάλιστα για τον λόγο αυτό ναυπηγήθηκαν ειδικά σκάφη στην Ελλάδα για να καταστεί η μεταφορά του στα πολλούς μεσογειακούς εμπορικούς σταθμούς (Μπουλώτης, 1993).

Αργότερα, κατά την ρωμαϊκή κυριαρχία οι Ρωμαίοι διατήρησαν την λατρεία προς το δέντρο της ελιάς, δημιουργώντας κοσμήματα από κλώνους ελιάς, κυρίως περιδέρια, προκειμένου να ανταμειφθούν επιφανείς πολίτες. Ο συμβολισμός της ελιάς διατηρήθηκε και στη χριστιανική πίστη. Στην Παλαιά Διαθήκη θεωρούνταν σύμβολο τύχης, αλλά και ειρήνης, καθώς μετά τον κατακλυσμό ο Νώε έστειλε ένα περιστέρι για να αναζητήσει στεριά κι εκείνο επέστρεψε με ένα κλαδί ελιάς. Παρόμοιες αναφορές απαντώνται και στο Κοράνι.

Όλες οι αρχαιολογικές έρευνες με τα πολυάριθμα ευρήματα, που έχουν ανασυρθεί κυρίως από ναυάγια στην περιοχή της Μεσογείου, επιβεβαιώνουν πως η εμπορευσιμότητα του ελαιόλαδου ήταν εξαιρετικά σημαντική τόσο για τους Φοίνικες όσο και για τους Ρωμαίους, ενώ φαίνεται να περιελάμβανε διαφορετικές χρήσεις στην καθημερινότητα της ζωής των ανθρώπων, είτε ως στοιχείο καλλωπισμού, για φωτισμό, αλλά και για φαρμακευτικούς λόγους. Στις διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων ήταν που κυριάρχησε ιδιαίτερος ωστόσο ο καρπός (Μπουλώτης, 1993).

Κατά του βυζαντινούς αιώνες, και με τον συμβολικό χαρακτήρα που είχε αποκτήσει το λάδι στη χριστιανική πίστη, το δέντρο της ελιάς συνέχισε να έχει μεγάλη σημασία, καθώς η παραγωγή ελαιόλαδου στα ελληνικά εδάφη είχε σημαντικά



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

οικονομικά οφέλη για ολόκληρη την αυτοκρατορία και τους κατοίκους της. Οι παραγωγικές δυνάμεις ελαιόλαδου που διέθετε η αυτοκρατορία ξεπερνούσαν τις μισές του τότε γνωστού κόσμου, ενώ η εξαγωγή του προϊόντος βρισκόταν στο απόγειό της (Βέμμος, 2009).

Οι αιώνες που ακολούθησαν την Άλωση της Πόλης, αλλά και η πτώση της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας με την έλευση των Οθωμανών Τούρκων ελάχιστα επηρέασαν την παραγωγή του ελαιόλαδου, η οποία συνεχίστηκε όπως και πριν, ενώ εκ παραλλήλου το προϊόν κράτησε ζωντανό τον προηγούμενο, παραδοσιακό τρόπο ζωής του γένους, ενώ η χρήση του συνεχίστηκε για θρησκευτικούς σκοπούς με αποτέλεσμα να υποβοηθήσει να κρατηθεί ζωντανή η χριστιανική παράδοση. Στη διάρκεια αυτής της παραχώδους περιόδου η ελιά και το ελαιόλαδο είχαν αποκτήσει μία ξεχωριστή θέση στην ορθόδοξη χριστιανική πίστη, διατηρώντας και το ηθικό των Ελλήνων ακμαίο. Επρόκειτο για ένα ιδιαίτερο προϊόν με εξαιρετική συμβολιστική σημασία, αυτή της ειρήνης, της αγάπης και της πίστης, αλλά με ουσιαστική έννοια, καθώς αποτελούσε μέρος των σημαντικότερων ιεροτελεστιών, όπως το βάπτισμα ή το άναμμα των καντηλιών. Από εκείνη τη στιγμή μέχρι και τις μέρες μας η ελιά και το ελαιόλαδο είχαν σημαίνουσα θέση στην ελληνική οικογένεια, αλλά και στην αγροτική παραγωγή της χώρας (Βέμμος, 2009).

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί πως κατά τα χρόνια του αποικισμού της Αμερικής οι πρώτοι Ισπανοί άποικοι μετέφεραν το ελαιόδεντρο και διέδωσαν την καλλιέργειά του, ωστόσο αυτή δεν γνώρισε εξαρχής έκταση και έμεινε μόνο στις περιοχές της Χιλής, της Αργεντινής αλλά και της Καλιφόρνιας. Μόλις στις αρχές του περασμένου, η ελιά εισήχθη επίσης στη Νότια Αφρική και την Αυστραλία. Πρόσφατα υπάρχει μια τάση για αύξηση της καλλιέργειας ελαιόδενδρων σε χώρες όπως η Αργεντινή, η Αυστραλία και το Μαρόκο. Σήμερα, η ελιά εισάγεται σε μερικές ανατολικές χώρες (Κίνα και Ιαπωνία), στις οποίες η καλλιέργεια ήταν σχεδόν άγνωστη πριν από μερικά χρόνια (Βέμμος, 2009).

Στις μέρες μας η παραγωγή και το εμπόριο της Ελιάς παρουσιάζονται σε πολλές χώρες του κόσμου, όπου βέβαια αυτό είναι εφικτό από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην εκάστοτε περιοχή και βοηθούν την καλλιέργειά της. Το εύκρατο μεσογειακό κλίμα είναι εξαιρετικό για την καλλιέργεια της ελιάς, για τον λόγο αυτό



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

μεγάλο μέρος της παρουσιάζεται στη λεκάνη της Μεσογείου. Παρόλα αυτά, τις τελευταίες δεκαετίες παρουσιάζεται μία ολοένα και μεγαλύτερη δημοφιλία, κυρίως του ελαιόλαδου, σε χώρες εκτός της Μεσογείου, γεγονός που οφείλεται τόσο στον τουρισμό όσο και στην παγκοσμιοποίηση που επέφερε την μίξη διαφορετικών πολιτισμικών στοιχείων, ανάμεσα σε αυτά και τις διατροφικές συνήθειες που υιοθετήθηκαν από άλλες χώρες, μεταβάλλοντας τα εν λόγω προϊόντα από εγχώρια σε διεθνή. Σε διεθνές επίπεδο λοιπόν, οι μαγειρικές – διατροφικές συνήθειες επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες.

Εν κατακλείδι, η ιστορία της ελιάς και των προϊόντων της αποδεικνύει πως πρόκειται για ένα ιδιαίτερο και σημαντικό στοιχείο διατροφής και όχι μόνο, το οποίο πλέον είναι εξαιρετικά δημοφιλές σε όλον τον κόσμο αυξάνοντας κατά πολύ την παραγωγή της, καθώς έχει αυξηθεί αναλόγως και ο αριθμός των καταναλωτών. Το ελαιόλαδο από αρχαιότατων χρόνων αποτελούσε τη βάση της σωστής, υγιεινής αλλά και γευστικής Μεσογειακής διατροφής, η οποία τα τελευταία χρόνια έχει αποκτήσει διεθνή σημασία, με πολλούς επιστήμονες να εκφράζονται θετικά για τα οφέλη που έχει στην ανθρώπινη υγεία. Στη συνέχεια θα μελετήσουμε το δέντρο της ελιάς από βοτανολογική σκοπιά και θα εξετάσουμε τα θρεπτικά συστατικά του (Βέμμος, 2009).

1.2. Ελιά: Ορισμός & Βοτανολογική περιγραφή του προϊόντος

Η ελιά ή ελαιόδεντρο ή λιόδεντρο, όπως αναφέρεται συχνά σε πολλές περιοχές της Ελλάδας είναι ένα αιθαλές δέντρο, το οποίο κατά μέσο όρο δεν ξεπερνά τα 5 μέτρα σε ύψος. Η επιστημονική του ονομασία είναι Ελαία (*Olea europaea*) και ανήκει στο γένος *olea* των καρποφόρων δέντρων των Ελαιοειδών, το οποίο απαντάται και πιο συχνά στον Ελλαδικό χώρο. Στο εν λόγω γένος περιλαμβάνονται τριανταπέντε είδη αιθαλών δέντρων ή θάμνων. Το δέντρο ανθίζει κατά την Άνοιξη, περίπου τον Μάιο, βγάζοντας μικρά, ολόλευκα και μονοπέταλα άνθη, ενώ ο καρπός της ωριμάζει προς τα τέλη του φθινοπώρου, όπου είναι έτοιμος για συγκομιδή. Η φυλλωσιά αποτελεί ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του δέντρου και είναι ιδιαίτερα αναγνωρίσιμη, φέροντας σκούρο πράσινο χρώμα στο επάνω μέρος, ενώ το κάτω έχει αργυρόχρωμες αποχρώσεις, ενώ ως προς το σχήμα είναι λογχοειδή και δερματώδη στην υφή. Ο κορμός του δέντρου είναι οζώδης, ενώ διαθέτει και φλοιό (Azbar et al., 2004).

Ως δέντρο η ελιά διαθέτει μία εξαιρετικά έντονη αντίσταση, κυρίως στις δύσκολες καιρικές συνθήκες, γεγονός που οφείλεται και εν μέρει στην δυνατότητά του να μπορεί να βλαστήσει από οφθαλμούς στο κάτω μέρος του κορμού του, γεγονός που με τη σειρά του καθιστά το δέντρο αιωνόβιο, ενώ έχει περαστεί στη συνείδηση των ανθρώπων ως αθάνατο. Το κλίμα της Μεσογείου ευνοεί την ανάπτυξη του δέντρου και ούτε οι εξαιρετικά δύσκολοι και παγεροί χειμώνες, αλλά ούτε και τα καλοκαίρια με τους καύσωνες και τις περιόδους ξηρασίας επηρεάζουν την ανάπτυξή του και την παραγωγή των καρπών του. Αντιθέτως, οι συνθήκες αυτές είναι ευνοϊκές για την ελιά και αυξάνουν την αφθονία των καρπών της κατά τη συγκομιδή τους. Τα πετρώδη εδάφη, οι ξηρές ή ημίξηρες περιοχές, οι συχνές βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, αλλά και η απομόνωση είναι βασικά προαπαιτούμενα για να ευδοκιμήσει η ελιά σε έναν βιότοπο (Azbar et al., 2004).

Για την πρώτη συγκομιδή της ελιάς, μετά την φύτευση του δέντρου, χρειάζεται να παρέλθει ένα εύλογο χρονικό διάστημα το οποίο εκτιμάται πως είναι ανάμεσα στα οχτώ με δέκα χρόνια, χωρίς αυτό να ισχύει για όλα τα είδη, καθώς υπάρχουν ορισμένες ποικιλίες οι οποίες χρειάζονται μόλις το μισό περίπου χρόνο, δηλαδή τέσσερα με έξι



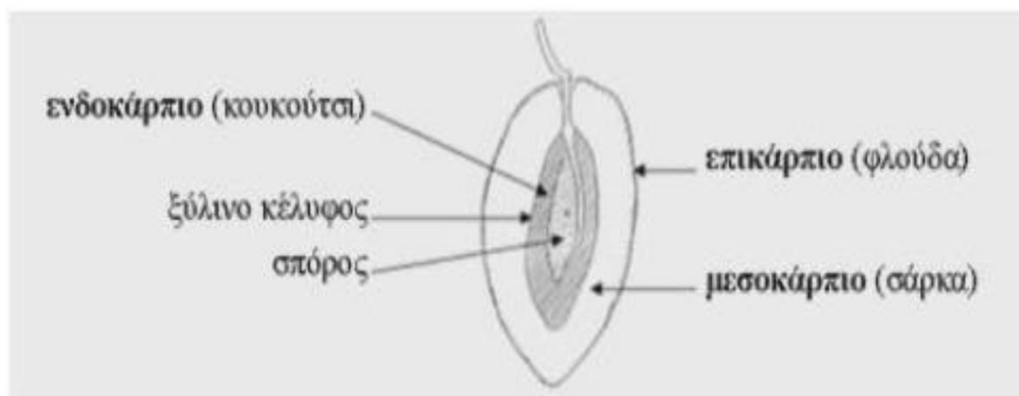
ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

χρόνια, παράγοντας εξαιρετικής ποιότητας, αλλά και ποσότητας καρπό. Τα στάδια συγκομιδής του καρπού είναι διαφορετικά και είναι άμεσα εξαρτώμενα από το σκοπό των παραγωγών. Η ωρίμανση αρχίζει περίπου κατά τον μήνα Οκτώβριο, ωστόσο η ελιά τότε συλλέγεται με σκοπό τη βρώση. Από αυτό το σημείο και για τους επόμενους δύο μήνες, μέχρι τον Δεκέμβριο, το χρώμα του καρπού αρχίζει σταδιακά να αλλάζει και να παίρνει σκούρες αποχρώσεις, γεγονός που καθιστά δυνατή τη συγκομιδή της κατά τον ίδιο μήνα με σκοπό την παραγωγή ελαιόλαδου. Να αναφερθεί στο σημείο αυτό πως το αρχικό πράσινο χρώμα ο ελαιόκαρπος το χρωστά στην παρουσία της χλωροφύλλης, ενώ για τα επόμενα στάδια, όπου ο καρπός παίρνει ρόδινο χρώμα για να καταλήξει στο πορφυρό των ώριμων ελιών, υπεύθυνη είναι η παρουσία των ανθοκυανών. Όσον αφορά τους πράσινους καρπούς είναι εξαιρετικά πλούσιοι σε καροτινοειδή, τα οποία έχουν την ευθύνη για το κίτρινο χρώμα που φέρει η επιδερμίδα τους (Azbar et al., 2004).

Στην Ελλάδα καλλιεργείται μεγάλος αριθμός ποικιλιών ελιάς, από τις οποίες άλλες χρησιμοποιούνται για ελαιοποίηση και άλλες για επιτραπέζια κατανάλωση. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται κυρίως για επιτραπέζια κατανάλωση είναι Κονσερβοελιά, Καλαμών, Χαλκιδικής και θρουμποελιά, ενώ για ελαιοποίηση Κορωνέικη, Λιανοελιά, Λαδοελιά, Τσουνάτη, Αγουρομάνακο, Μεγαρείτικη, Βαλανολιά, Αδραμυττινή, Ματολιά και Κοθρέικη. Μερικές από τις σημαντικότερες ξένες ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών είναι οι ποικιλίες Sevillian Gordal, Manzanilla, Hojiblanca και Verdial, οι οποίες καλλιεργούνται στην Ισπανία, οι Ascolana και Grossa di Spagna, που δίνουν τις πράσινες ελιές στην Ιταλία, οι Phicoline και Tanche στην Γαλλία, η Domat για πράσινες ελιές και η Gemlik για μαύρες ελιές στην Τουρκία (Μπαλατσούρας, 1984).

Όσον αφορά στον καρπό της ελιάς, αυτός είναι κατά βάση δρύπης και έχει πιο μεγάλο μήκος από όσο είναι η κεντρική διάμετρός του, αυτό ωστόσο δεν είναι απόλυτο και είναι άμεσα εξαρτώμενο κάθε φορά από την εκάστοτε ποικιλία. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το αρχικό χρώμα των καρπών είναι πράσινο ενώ στην πορεία το χρώμα στην επιφάνειά του αλλάζει και μετατρέπεται σε ροζ, πορφυρό ή μαύρο. Το βάρος ποικίλει και αυτό ανάλογα με το είδος και κυμαίνεται κατά μέσο όρο από 1,5 έως 12 g (Azbar et al., 2004).

Ως προς τον ίδιο τον καρπό αυτός χωρίζεται σε δύο μέρη, το εξωτερικό περίβλημα, περικάρπιο, και το εσωτερικό, ενδοκάρπιο, το οποίο περιλαμβάνει τον πυρήνα-κουκούτσι. Το περικάρπιο έχει και επικάρπιο, την επονομαζόμενη φλούδα και το μεσοκάρπιο, τη σάρκα, η οποία αποτελεί το 65-83% του συνολικού βάρους, ενώ αντίστοιχα το 13-30% του συνολικού βάρους εμπεριέχεται στο ενδοκάρπιο και πιο συγκεκριμένα στο τμήμα που ονομάζεται ενδοσπέρμιο. Το έλαιο βρίσκεται συγκεντρωμένο κυρίως στο περικάρπιο σε ποσοστό της τάξεως του 96-98% (Boskou 1996).



Εικόνα 6: Σχηματική απεικόνιση ελαιόκαρπου

Ο ελαιόκαρπος αποτελείται από νερό στη βασική του χημική σύσταση, το οποίο ανέρχεται σε ποσοστό της τάξεως του 50 έως 70%, πρωτεΐνες 1,5-3%, έλαιο 22%, υδατάνθρακες 19%, κυτταρίνη 6% και ανόργανα 1,5% (Fedeli 1997 & Kritsakis). Τα συστατικά αυτά είναι τα βασικότερα που εμπεριέχονται στον καρπό της ελιάς, ενώ υπάρχουν κι άλλα μικρότερης περιεκτικότητας όπως: πηκτίνες, οργανικά οξέα, χρωστικές (χλωροφύλλες, καροτενοειδή και ανθοκυάνες) και γλυκοζίδια των φαινολών. Επιπροσθέτως, ανιχνεύονται ένζυμα, όπως κυτταρινάσες, χλωροφυλλάσες, πολυγαλακτουρονάση και πηκτινестεράση, καθώς επίσης λιπάση, λιποξυγονάση, φαινολοξειδάση και υπεροξειδάση (Loussert et al., 1978 & Boskou 1996, Heredia Moreno et al. 1984, Minguez- Mosquera et al. 1994, Castillo Gomez et al. 1978 & Minguez-Mosquera, 1982).

Η διαδικασία της ωρίμανσης είναι σε μεγάλο βαθμό χρονοβόρα και σχετικά αργή διαδικασία, καθώς χρειάζονται αρκετοί μήνες προκειμένου να είναι ώριμος ο καρπός, ενώ παρατηρούνται και διαφοροποιήσεις οι οποίες εξαρτώνται από την ηλικία και την κατάσταση του δέντρου, την περιοχή στην οποία φύεται, τη θερμοκρασία, την υγρασία και την διαθεσιμότητα νερού, την ποικιλία, καλλιεργήσιμη περιοχή, αλλά και τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για την καλλιέργειά της και τη χρήση λιπασμάτων (Kiritsakis 1990 & Boskou 1996). Η ωρίμανση μπορεί να χωριστεί σε 3 επιμέρους φάσεις: κατά την πρώτη φάση είναι εξαιρετικά γρήγορη, κατά τη δεύτερη οι ρυθμοί ανάπτυξης μειώνονται, γεγονός που παρατηρείται κατά τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο, ενώ γίνεται ξανά γρήγορη αμέσως μετά, όπου επιτυγχάνεται και η αλλαγή στο χρώμα, από πράσινο σε κίτρινο, σε κόκκινο και σε μαύρο (Kiritsakis, 1990). Επιπλέον, το μέσο βάρος του ελαιόκαρπου αυξάνεται μέχρι και την τρίτη φάση, δηλαδή περίπου μέχρι τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο, καθώς στη συνέχεια εξαιτίας της πτώσης που παρατηρείται στην θερμοκρασία του μειώνεται. Προς τα τέλη του Ιουλίου αρχίζει να συσσωρεύεται στο περικάρπιο, ενώ κατόπιν, όπως προαναφέρθηκε, ο καρπός αρχίζει να παίρνει μαύρο χρώμα και κορυφώνεται η περιεκτικότητά του σε έλαιο (Boskou, 1996).

Εν αντιθέσει με άλλους καρπούς φρούτων που δεν διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά ή λιπαρές ουσίες εν γένει, οι καρποί της ελιάς βρίθουν λιπαρών, τα οποία αυξάνονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό καθώς ο καρπός οδεύει προς την ωρίμανσή του, γεγονός που σημαίνει πως όσο πιο ώριμος είναι ο καρπός τόσο περισσότερα λιπαρά διαθέτει και για τον λόγο αυτό η μαύρη ελιά είναι εκείνη που χρησιμοποιείται για την δημιουργία του ελαιόλαδου, περιέχοντας περισσότερα λιπαρά από τους άγουρους καρπούς (πράσινη ελιά). Ωστόσο, με την επερχόμενη ωρίμανση δεν μεταλλάσσεται μόνο το ποσοστό των λιπαρών αλλά και τα συνθετικά τους στοιχεία: στο παλμιτικό, λινελαϊκό και λινολενικό οξύ παρατηρείται μείωση, ενώ παράλληλα συμβαίνει το αντιστρόφως ανάλογο με το στεατικό και το ελαϊκό οξύ στα οποία παρατηρείται αύξηση κατά το διάστημα αυτό.

Αξίζει να σημειωθεί πως σε σχέση με άλλους καρπούς φρούτων και η συγκέντρωση των σακχάρων είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα, τα οποία σταδιακά μειώνονται καθώς επέρχεται η ωρίμανση του καρπού. Το μειωμένο αυτό ποσοστό των

σακχάρων είναι εξαιρετικά σημαντικό γιατί βοηθά τη διαδικασία της ζύμωσης κατά την επεξεργασία όλων των επιτραπέζιων ελιών, καθώς είναι η κυριότερη πηγή άνθρακα για την μικροβιακή ανάπτυξη. Ωστόσο, εξαιτίας της έλλειψης αρκετών συστατικών που κρίνονται απαραίτητα για τη διαδικασία της ζύμωσης, η μικροβιακή ανάπτυξη είναι δύσκολη έως ανέφικτη στις πράσινες ελιές, οι οποίες έχουν δεχτεί χειρισμό με καυστικό νάτριο. Παρόλα αυτά, όσον αφορά στις φυσικές ελιές (μαύρες), δεν παρατηρούνται τόσο μεγάλες επιπτώσεις κατά τη διαδικασία αυτή.

Χαρακτηριστικό των νωπών καρπών είναι επίσης ότι δεν διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία, ενώ το στοιχείο εκείνο που υπάρχει σε αφθονία είναι το κάλιο, το οποίο συγκεντρώνεται στην τέφρα του καρπού. Οι καρποί επίσης εμπεριέχουν και σημαντικά ποσοστά φαινολικών ενώσεων, τα οποία ανέρχονται στις τάξεις του 3 με 6% επί της ξηράς ουσίας. Επιπλέον, ο ελαιοκαρπός περιέχει την ουσία μανιτόλη, η οποία δεν είναι ιδιαιτέρως εύκολο να χρησιμοποιηθεί από τους μικροοργανισμούς, ενώ παράλληλα διαθέτουν και υψηλή συγκέντρωση σε 3 βασικές διαιτητικές ίνες: την κυτταρίνη, την ημικυτταρίνη και τη λιγνίνη, το ποσοστό των οποίων ανέρχεται στο 0,3 με 0,6%. Τέλος, οι νωπές ελιές περιέχουν και σημαντικές ποσότητες οργανικών οξέων: μηλικό, οξαλικό, κιτρικό, κλπ (Boskou, 1996).

Εκείνο που ξεχωρίζει την ελιά από άλλους καρπούς είναι ότι δεν μπορούν να περάσουν απευθείας από την παραγωγή στην κατανάλωση, χωρίς προηγουμένως να έχουν υποστεί συγκεκριμένη επεξεργασία, γεγονός που οφείλεται κατά κύριο λόγο στην παρουσία της ελευρωπαΐνης. Η παρουσία της ωστόσο, παρουσιάζει μείωση όσο ο καρπός πλησιάζει στο στάδιο της ωρίμανσής του, ενώ φαίνεται πως ορισμένες ποικιλίες δεν έχουν τόσο υψηλά ποσοστά ελευρωπαΐνης κατά την πλήρη τους ανάπτυξη με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η άμεση κατανάλωσή τους. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Θρούμπας, καθώς ο καρπός της μπορεί χωρίς επεξεργασία να καταναλωθεί και να γίνει η γνωστή ελιά ξηράλατου τύπου. Οι ώριμοι καρποί τέτοιου τύπου ποικιλιών ήταν, σύμφωνα με τους ιστορικούς, από τους πρώτους που αξιοποιήθηκαν ως τροφή, χωρίς να υποστούν επεξεργασία, αλατισμένοι ή με τη χρήση ορισμένων αρωματικών φυτών. Παρόλα αυτά, η επεξεργασία που υφίστανται οι ελιές έχουν ως βασικό τους στόχο τη βελτίωση της ποιότητάς τους και της φυσικής πικρής γεύσης, έτσι ώστε να είναι περισσότερο γευστικές.

Αξίζει επιπλέον να αναφερθεί και το φαινόμενο της *παρενιαυτοφορίας*, κατά το οποίο ένα χρόνο φύεται η ελιά και τον αμέσως επόμενο δίνει περισσότερους καρπούς. Με αυτό το φαινόμενο αυτό, δεν σχετίζεται καθόλου με τις κλιματολογικές συνθήκες ή τα βιολογικά χαρακτηριστικά της ελιάς, ειδικότερα των ειδών που υπάρχουν στη Μεσόγειο, ενώ όπως είναι φυσικό, ανά δύο χρόνια αυξάνεται κατά πολύ η ποσότητα του ελαιόλαδου που παράγεται (Azbar et al., 2004).

Νομοί της Ελλάδας με τον μεγαλύτερο αριθμό ελαιόδεντρων

(Γεν. Γραμμ. Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος)

Νομοί	Αριθμός Ελαιόδεντρων
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

Εικόνα 7: Νομοί της Ελλάδας με το μεγαλύτερο αριθμό ελαιόδεντρων.



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

Από το δέντρο της ελιάς, λοιπόν, λαμβάνονται δύο προϊόντα: το λάδι αλλά και η βρώσιμη ελιά, τα οποία και τα δύο είναι εξαιρετικά σημαντικά για την Μεσογειακή διατροφή. Όπως προαναφέρθηκε η συγκομιδή του καρπού λαμβάνει χώρα κατά τους χειμερινούς μήνες και πιο συγκεκριμένα το διάστημα ανάμεσα στο Νοέμβριο και τον Φεβρουάριο. Πριν ξεκινήσει η συγκομιδή ελέγχεται το στάδιο ωρίμανσης του ελαιοκαρπού, το οποίο, όπως ελέχθη και προηγουμένως, καθορίζεται από διαφορετικούς παράγοντες, όπως οι κλιματικές συνθήκες, η υγρασία και το έδαφος. Κατά τη διάρκεια της βέλτιστης ωρίμανσής εξάγεται από τον άγουρο καρπό χαμηλής σχετικά οξύτητας ελαιόλαδο, το οποίο όμως είναι πικρό, ενώ από την άλλη από τον ώριμο καρπό εξάγεται υψηλής οξύτητας αλλά έχει καλύτερη και πιο αποδοτική γεύση. Βασικές προϋποθέσεις για την εξαγωγή ποιοτικότερου ελαιόλαδου είναι πως κατά τη διάρκεια της συγκομιδής ο φλοιός δεν πρέπει να υποστεί οποιαδήποτε μορφή τραυματισμού, ενώ παράλληλα η εξαγωγή του πρέπει να γίνει σε σύντομο χρονικά διάστημα μετά τη συγκομιδή, το οποίο κυμαίνεται ανάμεσα στις 12 και τις 24 ώρες.



1.3. Η καλλιέργεια του Ελαιόδεντρου

Η καλλιέργεια της ελιάς, όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι μία ιδιαίτερη και μακρόχρονη διαδικασία, καθώς, παρόλο που ως δέντρο δεν χρειάζεται ιδιαίτερη φροντίδα, όπως άλλα δέντρα ή φυτά, χρειάζεται προσοχή ως προς το είδος του συστήματος της καλλιέργειας. Στις μέρες τα βασικά συστήματα για την καλλιέργεια του ελαιόδεντρου είναι τέσσερα και είναι τα ακόλουθα:

1. **Οι παραδοσιακοί ελαιώνες:** στους παραδοσιακούς ελαιώνες ο αριθμός των δέντρων που φυτεύονται δεν ξεπερνά τα 5 με 12 ανά στρέμμα. Βασικότερο χαρακτηριστικό του εν λόγω συστήματος είναι η έλλειψη μιας συστηματικής καλλιέργειας, καθώς επίσης και οι εξαιρετικά χαμηλές αποδόσεις του σε σχέση με άλλα, οι οποίες ανέρχονται στα 20 με 150 kg καρπών ανά στρέμμα.
2. **Οι Εντατικοί παραδοσιακοί ελαιώνες:** σε αυτήν την περίπτωση παρατηρείται πως ανά στρέμμα φυτεύονται 8 με 25 ελαιόδεντρα, ενώ το βασικό χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι πως χρησιμοποιούνται κατά κόρον ανόργανα χημικά λιπάσματα, ενώ παράλληλα τα φυτά ποτίζονται με μερική άρδευση. Το αποτέλεσμα είναι η σοδιά να κυμαίνεται στα 150 με 400 kg καρπών ανά στρέμμα.
3. **Οι Σύγχρονοι εντατικοί ελαιώνες ή ελαιώνες πυκνής φύτευσης:** Κατά το σύστημα αυτό η φύτευση των ελαιόδεντρων αυξάνεται κατά πολύ, φτάνοντας στα 25 με 50 δέντρα ανά στρέμμα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι τα εξαιρετικά σύγχρονα σχήματα μόρφωσης των δέντρων, ανάμεσα σε αυτά είναι τα: παλμέττα, θαμνώδες, χαμηλό κύπελλο, πυραμιδοειδές ή κωνικό. Παράλληλα δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιούνται δονητές με σκοπό να διευκολύνουν τη συγκομιδή. Στην εν λόγω περίπτωση είναι εξαιρετικά συχνή έως αυξημένη η χρήση των χημικών λιπασμάτων, καθώς και άλλων φυτοφαρμάκων. Οι αποδόσεις εδώ αυξάνονται επίσης κατά πολύ δίνοντας από 400 μέχρι και 1200 kg καρπούς ανά στρέμμα.

4. Το Σύστημα υπέρπυκνης φύτευσης ή υπερεντατικών ελαιώνων: τέλος, υπάρχει και το σύστημα υπέρπυκνης φύτευσης ή υπερεντατικών ελαιώνων, όπως συνηθίζεται να λέγεται. Είναι το πιο σύγχρονο και εξελιγμένο από όλα τα συστήματα, μιας και χρησιμοποιείται μόλις την τελευταία 25ετία περίπου. Στο σύστημα αυτό φυτεύονται περίπου 140 με 250 δένδρα ανά στρέμμα, ενώ κατ’ αντιστοιχία εδώ υπάρχουν εξαιρετικά μεγάλες αποδόσεις οι οποίες αγγίζουν τα 800 με 1300 kg καρπών ανά στρέμμα. Τέλος, να σημειωθεί πως η κόμη διαμορφώνεται κατά κύριο λόγο σε κωνικά ή ατρακτοειδή σχήματα (κυπαρισσάκι) ή σε παλμέττα, ενώ και αυτό το σύστημα, όπως το προηγούμενο, παρέχει τη δυνατότητα για μηχανική συγκομιδή αλλά και εκμηχάνιση του κλαδέματος (Βέμμος, 2009).

ΕΤΟΣ	ΤΙΜΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
2001	3.2	358
2002	2	414
2003	1.9	308
2004	2.8	435
2005	3.4	424
2006	2.6	370
2007	2.3	327
2008	2	305
2009	1.75	320
2010	2.15	300
2011	2.3	310
2012	2.4	378
2013	2.75	135
2014	3.4	280
2015	3	300
2016	3.5	245

Εικόνα 8: Στατιστικά στοιχεία με βάση την παραγωγή ελαιόλαδου (η ποσότητα αναφέρεται σε χιλιάδες τόνους και οι τιμές σε ευρώ.).

1.4. Διαδικασία Παραγωγής Ελαιόλαδου

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι ελαιοκαρποί με τη λήξη της συγκομιδής τους μπορούν να επεξεργαστούν προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για δύο διαφορετικούς σκοπούς: αφενός για επιτραπέζιες ελιές, δηλαδή τις ελιές που έχουν προορισμό τη βρώση κι αφετέρου για την παραγωγή ελαιόλαδου. Ο δεύτερος σκοπός, ο οποίος αποτελεί και αντικείμενο μελέτης της παρούσης εργασίας, έχει πολλές και διαφορετικές φάσεις μέχρι να ολοκληρωθεί, τους οποίους και θα αναλύσουμε εν συνεχεία (PROSODOL, 2012).

Τα μέρη που γίνεται η παραγωγή του ελαιόλαδου είναι γνωστά ως ελαιοτριβεία και στην Ελλάδα διαθέτουμε κατά προσέγγιση πάνω από είκοσι χιλιάδες ελαιοτριβεία, τα οποία στο μεγαλύτερο μέρος τους σε πολλές περιοχές της χώρας διαθέτουν μεγάλη οικογενειακή παράδοση, ως οικογενειακές επιχειρηματικές δραστηριότητες. Πρόκειται στην ουσία για μικρές εργοστασιακές μονάδες, η λειτουργία των οποίων είναι εποχιακή και εξαρτάται από την περίοδο συγκομιδής της ελιάς στην εκάστοτε περιοχή. Οι μικρές επιχειρήσεις επομένως κατακερματίζουν τους χιλιάδες τόνους ελαιόλαδο με τη μέση ετήσια παραγωγή να φτάνει κατά μέσο όρο 140-200 τόνους ανά ελαιοτριβείο (αναλόγως με τη σοδιά της εκάστοτε χρονιάς). Τα ελαιοτριβεία έχουν αρκετές και σημαντικές διαφορές, τόσο στο μέγεθος όσο και στα διαθέσιμα τεχνολογικά μέσα, γεγονός που και αυτό εξαρτάται από την παραγωγή της κάθε περιοχής. Ορισμένα είναι μεγαλύτερα και πιο άρτια, κυρίως τα συνεταιριστικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα ελαιοτριβεία της Κρήτης που έχουν σχεδόν το διπλάσιο μέγεθος παραγωγής από εκείνα της Πελοποννήσου. Αξίζει να σημειωθεί πως το 42,3% των συνολικών ελαιοτριβείων είναι Ατομικές επιχειρήσεις, το 33,5% Ομόρρυθμες ή Ετερόρρυθμες Εταιρίες, το 20,4% Συνεταιριστικές μονάδες, το 1,2% ΕΠΕ και μόλις το 2,7% Ανώνυμες εταιρίες (PROSODOL, 2012).

Η διαδικασία παραγωγής του ελαιόλαδου καθορίζεται κυρίως από τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία έκθλιψης. Η έκθλιψη μπορεί να επιτευχθεί είτε με την γνωστή, παραδοσιακή μέθοδο, χρησιμοποιώντας δηλαδή υδραυλικούς πιεστήρες, είτε χρησιμοποιώντας φυγοκεντρικούς διαχωριστές. Στην πρώτη περίπτωση το κύριο

θετικό είναι η παραγωγή εξαιρετικής ποιότητας ελαιόλαδου, ενώ αντίστοιχα στην δεύτερη περίπτωση, όπου φαίνεται να είναι και η επικρατέστερη τεχνολογικά μέθοδος, τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι η απόδοση του ελαιόλαδου, το κόστος παραγωγής, καθώς και η διασφάλιση των απαιτούμενων προδιαγραφών ποιότητας και ασφαλείας του προϊόντος (Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Αθηνών, 2012).

Όπως προκύπτει και στο κάτωθι διάγραμμα, στο οποίο παρουσιάζεται γραφικά η παραδοσιακή διαδικασία επεξεργασίας ελιάς για την παραγωγή ελαιόλαδου, παράλληλα με την διαδικασία δύο φάσεων και την διαδικασία τριών φάσεων. Κατά κύριο λόγο οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι των δύο και τριών φάσεων.

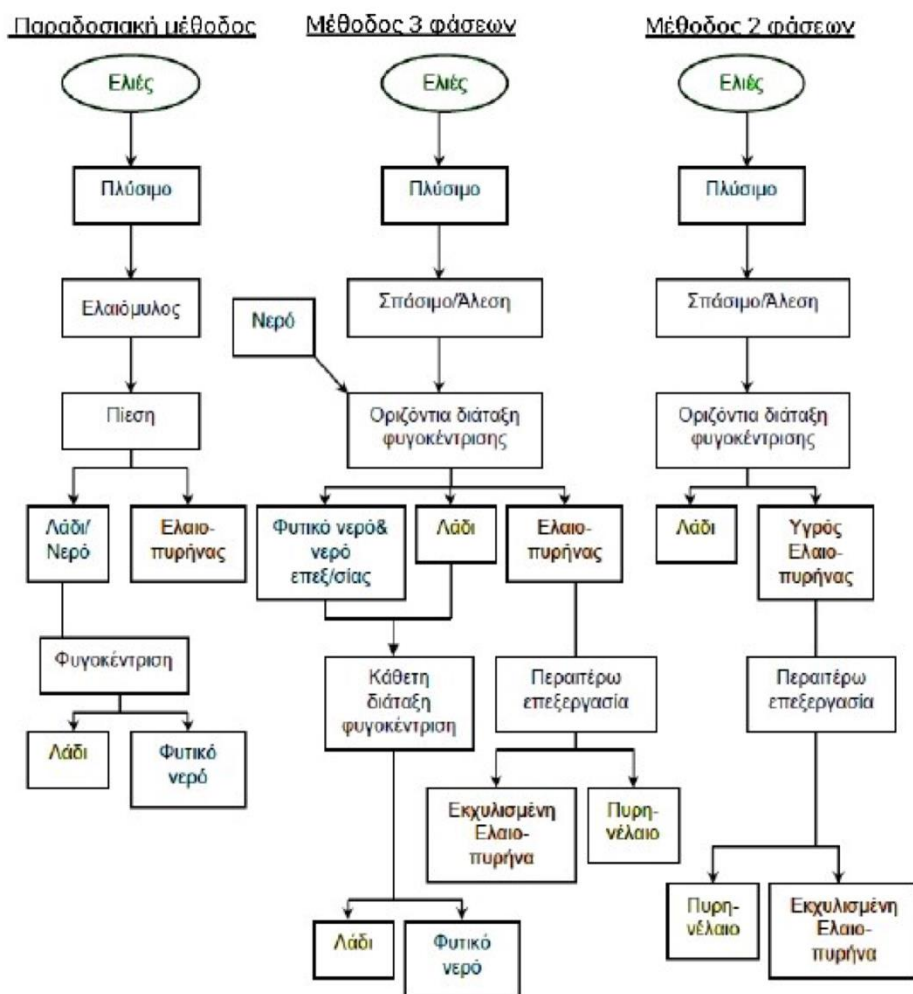
Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, όσον αφορά τις διαδικασίες που ακολουθούνται για την παραγωγή λαδιού μπορούν να συμπεριληφθούν στα ακόλουθα στάδια:

- Αρχικά, έπειτα την συγκομιδή ο καρπός μεταφέρεται και παραλαμβάνεται από το ελαιοτριβείο. Εκεί αποθηκεύεται προσωρινά μέχρι να έρθει η στιγμή της επεξεργασίας του.
- Το δεύτερο στάδιο που ακολουθείται στη διαδικασία είναι εκείνο της αποφύλλωσης και του καθαρισμού (πλύσιμο). Στο πρώτο αυτό στάδιο οι καρποί της ελιάς ρίχνονται εντός μίας χοάνης, ειδικής στην παραλαβή του ελαιόκαρπου και εν συνεχεία οδηγούνται στο αποφυλλωτήριο προκειμένου να αφαιρεθούν τα φύλλα ή άλλων σωμάτων, τα οποία δεν χρειάζονται στη διαδικασία της παραγωγής του ελαιόλαδου. Σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνονται και οι πλύσεις των καρπών.
- Επόμενο στάδιο κατά σειρά είναι εκείνο που περιλαμβάνει το σπάσιμο και την άλεση του ελαιόκαρπου. Κατά το εν λόγω στάδιο συντελείται η έκθλιψη του καρπού, ενώ σχηματίζεται και ο ελαιοπολτός. Παλαιότερα, στα παραδοσιακά ελαιοτριβεία χρησιμοποιούνταν οι κυλινδρικές μυλόπετρες για αυτό το στάδιο. Πλέον, οι σύγχρονες και εξελιγμένες τεχνολογικά μονάδες κάνουν χρήση μεταλλικών σπαστήρων.
- Κατόπιν, επέρχεται η διαδικασία της μάλαξη προκειμένου ο ελαιοπολτός να αναμειχθεί με μαλακτήρες, έτσι ώστε να συνενωθούν τα ελαιοσταγονίδια και να γίνουν αρκετά μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Από αυτό το σημείο και μετά

οδηγούμαστε προς τα τελικά στάδια με κυριότερο εκείνο της εξαγωγής του ελαιόλαδου.

- Κατά την εξαγωγή του ελαιόλαδου, συντελείται η βασικότερη διαφορά από τα παροδοσιακά συστήματα στα νέα τεχνολογικά μέσα και τον τεχνολογικό εξοπλισμό των σύγχρονων μεθόδων, με τα εξελιγμένα διφασικά και τριφασικά συστήματα. Κατά την παραδοσιακή μέθοδο (υδραυλικό πιεστήριο) γίνεται αρχικά η εξαγωγή ενός υγρού μείγματος που εμπεριέχει νερό και λάδι, το οποίο λίγο αργότερα, με τη διαδικασία της φυγοκέντρωσης, διαχωρίζεται με σκοπό να κρατηθεί μόνο το ελαιόλαδο. Στη συνεχή μέθοδο 2 φάσεων χρησιμοποιείται ένας διφασικός διαχωριστήρας όπου διαχωρίζονται το ελαιόλαδο και ο υγρός ελαιοπυρήνας, ενώ στην μέθοδο 3 φάσεων η ελαιοζύμη τοποθετείται σε ένα τριφασικό φυγοκεντρικό διαχωριστήρα. Εκεί κάτω από την επίδραση της φυγόκεντρου δύναμης, διαχωρίζονται το ελαιόλαδο, ο ελαιοπυρήνας και τα απόνερα.
- Εν συνεχεία μεταβαίνουμε στον καθαρισμό του ελαιόλαδου, προκειμένου να αφαιρεθούν στέρεα σωματίδια. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιούνται κόσκινα.
- Λίγο πριν την εξαγωγή του προϊόντος πραγματοποιείται ο οριστικός (τελικός) διαχωρισμός. Εκεί χρησιμοποιούνται φυγοκεντρικοί ελαιοδιαχωριστές με σκοπό εν τέλει τον διαχωρισμό του ελαιόλαδου από λοιπά φυτικά υγρά. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη μέθοδο των 2 φάσεων, η συγκεκριμένη διαδικασία δεν χρειάζεται να πραγματοποιηθεί.
- Τέλος, καταλήγουμε στην εξαγωγή του Πυρηνέλαιου. Στο τελικό αυτό στάδιο είναι που διαχωρίζεται οριστικά το πυρηνέλαιο από τον εκχυλισμένο ελαιοπυρήνα, ενώ εν συνεχεία το πυρηνέλαιο πρέπει να υποστεί παραπάνω επεξεργασία η οποία καλείται εξευγενισμός. Από το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας θα προκύψει ένα τμήμα του, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για βρώση, το οποίο ονομάζεται πυρηνέλαιο ραφινέ ή εξευγενισμένο ελαιόλαδο, ενώ το άλλο θα αξιοποιηθεί για έναν τελείως διαφορετικό σκοπό, καθώς στην σαπωνοποιία. Πιο αναλυτικά τα υπολείμματα του ελαιόκαρπου περνάνε μέσα

από λέβητες, όπου θερμαίνονται έως τους 80 – 90 οC. Ταυτόχρονα, μέσω υδραυλικών πιεστηρίων, εξάγεται επιπλέον λάδι από τους ελαιοπυρήνες. Η απομάκρυνσή του από το ίζημα (μούργα) πραγματοποιείται με αυτόματο διαχωρισμό μέσα σε δεξαμενές (λίμπες, υπολήνια) και έπειτα, σε φυγοκεντρικούς ελαιοδιαχωριστές.



Εικόνα 9: Απλοποιημένη σχηματική παράσταση της παραδοσιακής διαδικασίας για ελαιοπαραγωγή, και της διαδικασίας δύο και τριών φάσεων

1.5. Η ελαιοπαραγωγή στην Ελλάδα

Σε προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε εκτενώς στη σημαντικότητα της καλλιέργειας του ελαιόδεντρου στην Ελλάδα, ούσα η βασικότερη δενδρώδης καλλιέργεια της χώρας, καταλαμβάνοντας μάλιστα παραπάνω από το 15% επί του συνόλου των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, ενώ στις δενδρώδεις εκτάσεις το ποσοστό ανέρχεται στο 75%. Το ποσοστό αυτό μεταφράζεται σχεδόν στο 1/3 των καλλιεργητών στη χώρα, ενώ είναι αρκετές οι περιοχές, όπως θα δούμε και εν συνεχεία, στις οποίες το εισόδημα των αγροτών βασίζεται αποκλειστικά και μόνο στην παραγωγή του ελαιόλαδου (Θέριος, 2005).

Ανά την επικράτεια η καλλιέργεια της ελιάς πραγματοποιείται σε 50 από τους συνολικά 54 νομούς της Ελλάδας. Με χοντρικούς υπολογισμούς στην χώρα υπάρχουν περισσότερα από 130 εκατομμύρια ελαιόδεντρα, 2150 ελαιοτριβεία, 335 συσκευαστήρια-ραφιναρίες- πυρηνελαιουργεία και 80 εργοστάσια επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς. Η παραγωγή του ελαιόλαδου ανά έτος ανέρχεται σε 300 χιλιάδες τόνους, καθιστώντας την χώρα την τρίτη μεγαλύτερη ελαιοπαραγωγό χώρα στον κόσμο ακολουθώντας τις Ισπανία και Ιταλία. Από αυτές τις 300 χιλιάδες τα 2/3 αξιοποιούνται για την κάλυψη της εσωτερικής ζήτησης και οι 100 χιλιάδες περίπου διατίθενται για εξαγωγή σε χώρες της Ευρώπης κατά κύριο λόγο. Η κυριότερη χώρα εισαγωγής είναι η Ιταλία, η οποία εισάγει το ελαιόλαδο σε χύμα μορφή. Επιπροσθέτως, εκτός από το ελαιόλαδο, παράγονται και περί τους 70 χιλιάδες τόνους επιτραπέζιες ελιές, εκ των οποίων το 50% διατίθεται για εξαγωγή. Τέλος, σημαντική είναι και η παραγωγή του πυρηνέλαιου, η οποία ανέρχεται στους 25 χιλιάδες τόνους (Θέριος, 2005).

Βάσει των προαναφερθέντων στοιχείων καθίσταται φανερή η σπουδαιότητα του ελαιόλαδου για την ελληνική αγροτική οικονομία. Μεταφράζοντας την παραγωγή της ελιάς και των προϊόντων της σε αριθμούς η συμμετοχή τους ανέρχεται σε ποσοστό 2% επί των συνολικών εσόδων της χώρας, ενώ στο εθνικό αγροτικό εισόδημα το



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

ποσοστό φτάνει στο 15%, γεγονός που φέρνει την ελιά σε εξέχουσα θέση στην αγροτική οικονομία και παραγωγή (Ποντίκης, 2000).

Η ελιά έχει σημαντική θέση στις αγροτικές οικογένειες καθώς πάνω από 450 χιλιάδες οικογένειες δραστηριοποιούνται στην ελαιοπαραγωγική διαδικασία, είτε με σκοπό την αυτοκατανάλωση, είτε για εμπορικούς σκοπούς, ενώ υπάρχει και ένας μεγάλος αριθμός ιδιωτών, μη επαγγελματιών αγροτών δηλαδή, οι οποίοι έχουν στη διάθεσή τους κάποιον ελαιώνα και παράγουν μικρές ποσότητες ελαιόλαδου για αυτοκατανάλωση.

Εν γένει στη χώρα η παραγωγή του ελαιόλαδου δεν είναι μοιρασμένη, καθώς παρατηρείται πως ορισμένες γεωγραφικές περιοχές συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής του ελαιόλαδου. Οι περιοχές αυτές παράγουν αρκετά υψηλά ποσοστά ελαιόλαδου επί του συνόλου της εγχώριας παραγωγής και είναι οι ακόλουθες: πρώτη θέση έχει φυσικά η Κρήτη με ποσοστό περίπου 40%, αμέσως μετά ακολουθεί η Πελοπόννησος με 3%. Τρίτη έρχεται η Στερεά Ελλάδα και Εύβοια με 8,8% και τελευταία έρχονται τα Νησιά του Ιονίου με ποσοστό 7% (Θέριος, 2005).

1.6. Κατηγορίες Ελαιόλαδου

Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές κατηγορίες ελαιόλαδου οι οποίες είναι διαθέσιμες προς πώληση και διακίνηση στο εμπόριο. Ωστόσο, και με σκοπό κυρίως την προστασία των καταναλωτών, έχει εκδοθεί ο λεγόμενος Κοινοτικός Κανονισμός 865/04 «σχετικά με την Κοινή Οργάνωση Αγοράς Ελαιόλαδου και Επιτραπέζιων Ελιών», ο οποίος στο Παράρτημα Ι ορίζει τις ακόλουθες ποιοτικές κατηγορίες ελαιόλαδου:

- **Παρθένο ελαιόλαδο:** πρόκειται για το λάδι που η λήψη του γίνεται με φυσικές διεργασίες και μόνο με μηχανικές μεθόδους. Το παρθένο ελαιόλαδο δεν υφίσταται οποιαδήποτε επεξεργασία με τη χρήση βοηθητικών υλών παραλαβής με χημική ή βιοχημική δράση. Πιο αναλυτικά διακρίνονται οι εξής κατηγορίες:
- **Εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο:** στην εν λόγω κατηγορία τα ελεύθερα λιπαρά οξέα δεν υπερβαίνουν σε περιεκτικότητα τα 0,8 gr ανά 100gr.
- **Παρθένο ελαιόλαδο:** σε αυτήν την περίπτωση τα ελεύθερα λιπαρά οξέα αυξάνονται, ωστόσο η περιεκτικότητά τους και πάλι δεν ξεπερνά τα 2 gr ανά 100gr.
- **Λαμπάντε ελαιόλαδο:** στο λαμπάντε ελαιόλαδο τα ελεύθερα λιπαρά οξέα που εμπεριέχονται σε αυτό ξεπερνούν τα 2 gr ανά 100gr.
- **Εξευγενισμένο ελαιόλαδο:** ο εν λόγω τύπος ελαιόλαδου λαμβάνεται από τον εξευγενισμό του παρθένου ελαιόλαδου. Περιέχει μόλις 0,3 gr ανά 100gr. ελεύθερα λιπαρά οξέα.
- **Ελαιόλαδο που παραλαμβάνεται από μείξη εξευγενισμένων με παρθένων:** Σε αυτόν τον τύπο ελαιόλαδου τα ελεύθερα λιπαρά οξέα που εμπεριέχονται δεν υπερβαίνουν το 1 gr ανά 100gr. Στην περίπτωση αυτή, εξαίρεση αποτελεί η ανάμειξη του λαμπάντε.
- **Ακατέργαστο πυρηνέλαιο:** Η παραγωγή του ακατέργαστου πυρηνέλαιου γίνεται από τους πυρήνες της ελιάς. Η επεξεργασία του γίνεται με διαλύτες και άλλα φυσικά μέσα.



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

- **Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο:** ο συγκεκριμένος τύπος ελαίου προέρχεται, όπως φανερώνει και το όνομά του, από τον εξευγενισμό του ακατέργαστου πυρηνέλαιου. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα που περιλαμβάνονται σε αυτό δεν υπερβαίνουν τα 0,3 gr ανά 100gr.
- **Πυρηνέλαιο:** Το πυρηνέλαιο προέρχεται από τον συγκερασμό του εξευγενισμένου πυρηνέλαιου καθώς και παρθένων ελαιόλαδων εκτός όμως από του λαμπάντε. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα που περιλαμβάνονται σε αυτό δεν ξεπερνούν το 1 gr ανά 100gr (Ποντίκης , 2000).

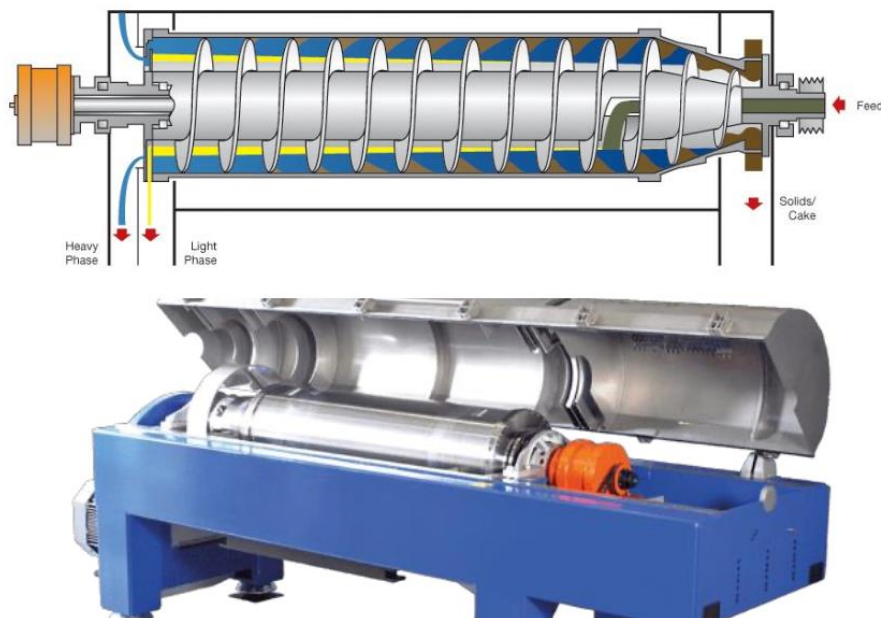
1.7. Παραδοσιακός Τρόπος

Για την εξαγωγή του ελαιόλαδου υπάρχουν διάφορες και διαφορετικές διεργασίες που πρέπει να γίνουν, καθώς και διαφορετικές μέθοδοι. Η παλαιότερη μέθοδος εξ αυτών είναι εκείνη της συμπίεσης. Στη συγκεκριμένη μέθοδο εφαρμόζεται έντονη πίεση σε στοιβαγμένα φίλτρα ανάμεσα σε μεταλλικές πλάκες. Τα φίλτρα αυτά έχουν γεμιστεί με ελαιόπαστα, το πάχος της οποίας είναι περίπου 1,25 εκατοστά το καθένα. Η υδραυλική αυτή πίεση είναι αρκετά ισχυρή και κυμαίνεται από 300-500 kg/cm², ενώ η χρησιμότητά της είναι στο να διαχωρίζει το ελαιόλαδο και τα φυτικά υγρά από την ελαιόπαστα, η οποία κρατείται στα φίλτρα. Η ελαιόπαστα που μένει στα φίλτρα εμπεριέχει μη σημαντική ποσότητα τόσο από το ελαιόλαδο όσο και από διάφορα άλλα φυτικά υγρά.

Ωστόσο, εν γένει στη μέθοδο της συμπίεσης δεν είναι απαραίτητη η επιπλέον προσθήκη νερού ενώ συλλήβδην για τις διαδικασίες της μάλαξης, σύνθλιψης και του πλύσιμου η ποσότητα του νερού που απαιτείται δεν είναι μεγάλη και δεν ξεπερνά τα 3 με 5 L ανά 100 kg ελαιόκαρπου. Από μία κεντρική κοιλότητα είναι εφικτό να εξέρχεται ελαιόλαδο αλλά και το νερό, δηλαδή ο ελαιοχυμός και προς τις δύο κατευθύνσεις, ενώ παράλληλα ο ελαιοπυρήνας, δηλαδή η ελαιόπαστα που έχει παραμείνει στα φίλτρα, μπορεί να υποστεί μία άλλη επεξεργασία στα πυρηνελουργεία. Η μέθοδος αυτή, συγκριτικά με άλλες μεθόδους, έχει δυσκολίες ως προς την προεργασία που απαιτείται να γίνει από το προσωπικό, καθώς δεν συνεχίζεται για μεγάλο διάστημα και επιπροσθέτως τα φίλτρα δεν είναι πάντοτε ασφαλή και είναι πολύ εύκολη η μόλυνσή τους, με αποτέλεσμα να εισέρχονται διάφορα παραπροϊόντα ζύμωσης ή οξείδωσης στο παραγόμενο ελαιόλαδο (Vossen, P. 2007, Σοφία Ντόλια 2006, Vlyssides A.G., Loizides M. & Karlis P.K. 2004).

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας της πίεσης δημιουργείται ένα αμάλγαμα ελαιόλαδου και φυτικών ινών, στο οποίο είναι αναγκαίο να γίνει διαχωρισμός και που στηρίζεται στο ειδικό βάρος του ελαιόλαδου, το οποίο είναι αρκετά μικρότερο από εκείνο των φυτικών υγρών. Ειδική σημασία έχει και η πολικότητα, η οποία δεν βοηθά στην ανάμειξη των συστατικών, καθώς το ελαιόλαδο από τη μία δεν έχει πολικότητα

και από την άλλη τα φυτικά υγρά είναι πολικά. Από αυτό το σημείο και εξής οι μέθοδοι που εφαρμόζονται προκειμένου να διαχωριστούν οι προαναφερθείσες αυτές φάσεις είναι δύο: η μέθοδος της κατακάθισης και η μέθοδος της φυγοκέντρωσης. Κατά τη διάρκεια της πρώτης το βασικό χαρακτηριστικό της είναι πως το μείγμα που έχει δημιουργηθεί πρέπει να παραμείνει για ένα εύλογο χρονικό διάστημα σε μεγάλες δεξαμενές, έτσι ώστε να ηρεμήσει, μέχρις ότου όλα τα σταγονίδια του ελαιόλαδου να αναδυθούν στην επιφάνεια. Στο σημείο αυτό όμως ελλοχεύουν διάφοροι κίνδυνοι καθώς εάν είναι για αρκετά μεγάλο διάστημα η επαφή του ελαιόλαδου με τα φυτικά υγρά, τότε ενδέχεται να αλλοιωθεί η ποιότητά του. Από την άλλη στην 2^η μέθοδο γίνεται χρήση κατακόρυφων φυγόκεντρων διαχωριστήρων, οι οποίοι λειτουργούν με σκοπό να πολλαπλασιάσουν τη βαρυτική δύναμη του διαχωρισμού που παρατηρείται εξαιτίας της διαφοράς ειδικού βάρους. Ωστόσο, εξαιτίας των πολύ υψηλών ταχυτήτων που αναπτύσσονται εγκλωβίζεται αέρας στη μάζα του ελαιόλαδου ρίχνοντας την διαύγειά του, ενώ οδηγείται και στην ταχύτερη οξείδωσή του (Σοφία Ντόλια 2006).



Εικόνα 10: Decanter παραγωγής ελαιόλαδου.

1.8. Φυγοκεντρικά Συστήματα Τριών Φάσεων

Η διαδικασία του τριφασικού συστήματος είναι αρκετά παλιά και γνώριμη σε όσους ασχολούνται με την διαδικασία παραγωγής ελαιόλαδου. Ξεκίνησε περίπου τη δεκαετία του 1960 και αποτελεί τη πιο διαδεδομένη σε χρήση διαδικασία για την εξαγωγή ελαιόλαδου στις μέρες μας. Η εν λόγω μέθοδος είναι ιδιαίτερα σημαντική, διαθέτοντας πολλά οφέλη, καθώς έχει αντικαταστήσει την παραδοσιακή μέθοδο, ενώ στηρίζεται κυρίως στην εκμετάλλευση της διαφοράς ειδικού βάρους του νερού και του ελαιόλαδου.

Πιο συγκεκριμένα, οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές ελαιοζύμης αποτελούνται από έναν οριζόντιο άξονα, ένα οριζόντιο τύμπανο και έναν εξωθητικό κοχλία. Ο κοχλίας αυτός, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος, κινείται σχετικά αργά, κάνοντας λιγότερες στροφές, αλλά έχει την ίδια φορά με το τύμπανο, με αποτέλεσμα οι στέρες ύλες να μεταφέρονται στην άκρη του τυμπάνου. Έτσι, η ελαιοζύμη μπορεί να χωριστεί σε 3 διαφορετικές φάσεις: το ελαιόλαδο, τον ελαιοπυρήνα και τα φυτικά υγρά/νερά. Η λειτουργία του είναι αδιάλυτη (continuous flow), ενώ ένας κοχλίας μεταφοράς υποβοηθά πετώντας έξω από τον ελαιοδιαχωρηστή τον ελαιοπυρήνα. Το παρόν σύστημα είναι πλήρως αυτόνομο, καθώς έχει εκμηδενιστεί η ανθρώπινη παρέμβαση για την λειτουργία του, ενώ η συνδεσμολογία των μηχανημάτων είναι σε μορφή συνεχούς γραμμής. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η αδιάλυτη ροή του υλικού από την εκκίνηση της όλης διαδικασίας μέχρι και την παραλαβή του τελικού προϊόντος (Σοφία Ντόλια 2006).

Στον εναπομείναντα ελαιοπυρήνα εμπεριέχεται 12% περίπου ελαιόλαδο. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται πως μπορεί να αξιοποιηθεί και για τον λόγο αυτό μεταφέρεται στα πυρηνελαιουργεία με σκοπό την εξαγωγή πυρηνέλαιου με τη διαδικασία της εκχύλισης. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι επίσης και η παραγωγή του πυρηνόξυλου, ενός υλικού με εξαιρετικά σημαντική εμπορική αξία, καθώς αξιοποιείται για θέρμανση.

Όσον αφορά ποσοτικά, το ελαιόλαδο που παράγεται και στις δύο εφαρμογές παραμένει το ίδιο, ωστόσο το βασικότερο μειονέκτημα όμως είναι πως γίνεται



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

κατανάλωση μεγάλου όγκου νερού, το οποίο με τη σειρά του παράγει τεράστιο όγκο υγρών αποβλήτων. Τέλος αξίζει να υπογραμμίσουμε πως η παραγωγική ικανότητα των ελαιοτριβείων φυγοκεντρικού τύπου είναι άμεσα εξαρτώμενη από την απόδοση των οριζόντιων φυγοκεντρικών διαχωριστήρων (Σοφία Ντόλια 2006).

1.9. Φυγοκεντρικά Συστήματα Δύο Φάσεων

Το φυγοκεντρικό σύστημα δύο φάσεων αποτελεί μία εξαιρετικά σύγχρονη προσθήκη στις αγορές τις τελευταίες δεκαετίες και παρουσιάστηκε από την εταιρία Westfalia Separator A.G (www.westfalia-separator.com). Η βασικότερη διαφορά που έχει σε σχέση με το σύστημα των τριών φάσεων είναι ότι ο φυγοκεντριτής δεν έχει ανάγκη το νερό για να αραιώσει την ελαιοζήμη. Η ελαιοζήμη διαιρείται σε δύο ξεχωριστά μέρη και τα προϊόντα που εξάγονται από αυτή είναι το ελαιόλαδο και ο ελαιοπυρήνας (με ενσωματωμένα σε αυτόν τα απόνερα). Το σύστημα αυτό συχνά το αποκαλούν και «οικολογικό σύστημα», μιας και εν αντιθέσει με το σύστημα των τριών φάσεων δεν χρειάζεται μεγάλες ποσότητες νερού για να λειτουργήσει. Αυτό ωστόσο με τη σειρά του δημιουργεί άλλο πρόβλημα, καθώς παράγονται τεράστιες ποσότητες στερεών αποβλήτων. Σύμφωνα με υπολογισμούς, ένα κιλό επεξεργασμένου καρπού ελιάς παράγει περόπου 800 kg., υγρού ελαιοπυρήνα, με ιδιαίτερως αυξημένη υγρασία. Ωστόσο, με αυτόν τον τρόπο καθίσταται εξαιρετικά δύσκολος ο χειρισμός, η μεταφορά, καθώς και η επεξεργασία του, ενώ επιπροσθέτως το ρυπαντικό φορτίο που φέρει είναι πολύ υψηλό και η ξηρότητά του επέρχεται εξαιρετικά αργά (Σοφία Ντόλια 2006).

Μελετώντας και τα δύο συστήματα μπορεί πολύ εύλογα να εξαχθεί το συμπέρασμα πως τα πλεονεκτήματα των διφασικών είναι τα ακόλουθα:

- Αφενός το ελαιόλαδο που παράγεται είναι καλύτερης ποιότητας, έχει υψηλότερη οξειδωτική σταθερότητα και καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.
- Στο σύστημα δύο φάσεων δεν είναι αναγκαία η επιπλέον προσθήκη νερού προκειμένου να παραχθεί η ελαιόπαστα. Ως εκ τούτου, το γεγονός αυτό μειώνει κατά πολύ το λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης. Επιπλέον, μειωμένη είναι και συνολική κατανάλωση ενέργειας εξαιτίας της μικρότερης ποσότητας ελαιόπαστας που επεξεργάζονται.
- Δεν απαιτείται επιπλέον φυγοκεντροτής για την επεξεργασία των φυτικών υγρών που παράγονται.



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

- Στα τριφασικά συστήματα πριν τη δεύτερη φυγοκέντρωση είναι απαραίτητη η ανάμιξη των φυτικών υγρών και του ελαιόλαδου, οδηγώντας σε πτητικά συστατικά τα οποία είναι πιθανόν να δημιουργήσουν κολλώδες ίζημα στον φυγοκεντριτή.
- Η κατασκευή τους είναι λιγότερο περίπλοκη, κάνοντάς τους πιο αξιόπιστους λειτουργικά και περισσότερο οικονομικούς από τους τριφασικούς.

Από την άλλη τα μειονεκτήματα του διφασικού συστήματος έναντι του τριφασικού συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Μετατόπιση των προβλημάτων από τα απόβλητα ελαιοτριβείων, στις ραφινάριες καθώς η ελαιόπαστα που παράγεται πρέπει να υποστεί επεξεργασία για την εξαγωγή του ελαίου που περιέχει, με συχνά αρκετά δαπανηρές σε ενέργεια και κόστος διαδικασίες.
- Απόβλητα αποτελούν μια σχετικά νέα μορφή αποβλήτων. Έχει μεν διαπιστωθεί ότι πρόκειται για απόβλητα με υψηλό COD, υψηλό δείκτη θολότητας, είναι πλούσια σε λίπη, ξηρό περιεχόμενο, και φαινόλες αλλά απαιτείται περαιτέρω έρευνα.
- Τα στερεά απόβλητά τους περιέχουν 55-70% υγρασία, αντίθετα με το στερεό υπόλειμμα των παραδοσιακών πιεστηρίων το οποίο περιέχει 20-25% και των τριφασικών 40-45%. Το ποσοστό αυτό της υγρασία τα καθιστά ασταθή στο χειρισμό, τη μεταφορά και την αποθήκευσή τους (Σοφία Ντόλια 2006).



1.10. Επιλεκτική διήθηση (Διεργασία *Sinolea*)

Η χρήση της μεθόδου της επιλεκτικής διήθησης δεν είναι ιδιαίτερος διαδεδομένη, με ελάχιστα ελαιοτριβεία να επιχειρούν την εφαρμογή του. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην πίεση της ελαιόπαστας και η λειτουργία της στηρίζεται στην αρχή της επιφανειακής «συγγένειας – συνάφειας» που υποστηρίζει πως στην πάστα που εμπεριέχεται λάδι, στέρεα σωματίδια και νερό, στο μέταλλο θα κολλήσει μόνο το λάδι.

Κατασκευαστικά η συσκευή διαθέτει περύγια ανοξείδωτου χάλυβα των οποίων η χρήση είναι να βυθίζονται εντός της πάστας, ενώ το λάδι παραλαμβάνεται αφού στάζει από τα περύγια σε ένα νέο, διαφορετικό δοχείο. Τα στερεά υλικά μαζί με το νερό εξακολουθούν να μένουν στη μάζα της ελαιόπαστας. Με τον τρόπο αυτό γίνεται η παραγωγή ενός εξαιρετικού ποιοτικά και ιδιαίτερος ελαφριού ελαιόλαδου.

Το δύσκολο με την συγκεκριμένη μέθοδο είναι η πολυπλοκότητα του εξοπλισμού, ο οποίος χρήζει συχνής συντήρησης και καθαρισμού, ενώ η θερμοκρασία της ελαιόπαστας πρέπει να είναι σταθερή, για τον λόγο αυτό χρειάζεται κάποια πηγή θερμότητας, γεγονός που με τη σειρά του ανεβάζει το κόστος ενός ελαιοτριβείου. Μόλις τα υγρά φυτά κάνουν την εμφάνισή τους στο καθαρό ελαιόλαδο σημαίνει πως η διαδικασία εξαγωγής έχει ολοκληρωθεί (Vossen, P. 2007).



1.11. Αποθήκευση

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας και την εξαγωγή του ελαιόλαδου από την ελαιόπαστα το προϊόν πρέπει να αποθηκευτεί σε δεξαμενές για χρονικό διάστημα που κυμαίνεται ανάμεσα στον έναν και τους τρεις μήνες, έτσι ώστε να μπορέσουν να κατακάτσουν στερεά σωματίδια αν υπάρχουν, καθώς και τα φυτικά υγρά. Με τον τρόπο αυτό εκμηδενίζονται οι πιθανότητες να δημιουργηθούν ιζήματα στις μποτίλιες συσκευασίας και έτσι να υπάρξει οποιαδήποτε αλλοίωση στην ποιότητα του ελαιόλαδου. Συχνή είναι και η χρήση φιλτραρίσματος στο ελαιόλαδο που εξάγεται με σκοπό να απομακρυνθούν οποιουδήποτε είδους υπολείμματα φυτικών υγρών ή άλλων αιωρούμενων σωματιδίων. Εν συνεχεία το ελαιόλαδο είτε ακολουθεί τη διαδικασία της άμεσης συσκευασίας προκειμένου να διανεμηθεί στην αγορά προς κατανάλωση, είτε από αυτό το σημείο και εξής θα αποθηκευτεί σε μεγάλες ανοξειδωτες δεξαμενές κατασκευασμένες από ατσάλι και διατηρείται σε θερμοκρασία μεταξύ των 7,2 και 18,3 °C (Vossen, P. 2007).



1.12. Κατανάλωση νερού

Ένα από τα μεγαλύτερα θέματα που προκύπτει είναι και η κατανάλωση του νερού στα ελαιοτριβεία, καθώς αυτό ρυθμίζει και το κόστος παραγωγής για την επιχείρηση, αλλά και τον όγκο των αποβλήτων. Η ποσότητα νερού που θα καταναλωθεί ωστόσο δεν είναι συγκεκριμένη και εξαρτάται από τις πρακτικές και τη μέθοδο παραγωγής που επιλέγει το εκάστοτε ελαιοτριβείο, εκείνη της συμπίεσης ή της φυγοκέντρωσης. Παράλληλα παίζει και καθοριστικό ρόλο τόσο για το τελικό στάδιο της εξαγωγής του λαδιού, της ποιότητάς του, αλλά και στη φύση των αποβλήτων. Η μεγαλύτερη κατανάλωση νερού λαμβάνει χώρα κατά τη μέθοδο εξαγωγής του ελαιόλαδου, η οποία ανέρχεται στο 0 με 50%. Μεγάλο ποσοστό απαντάται και στο στάδιο της έκπλυσης του ελαιόκαρπου. Άλλα στάδια της διαδικασίας όπου παρουσιάζεται μεγάλη κατανάλωση νερού είναι η άλεση, στην οποία το ποσοστό εξαρτάται από την ξηρότητα του καρπού, στην αραίωση της ελαιόπαστας, στην πλύση των φίλτρων του υδραυλικού πιεστηρίου, στους φυγόκεντρους διαχωριστήρες και φυσικά στο πλύσιμο των εγκαταστάσεων (Kapellakis, I.E. 2006, Σύβιλλα ΕΠΕ 2007, TDC Olive-Oil).

Είναι δεδομένο πως καθώς προχωράνε οι φάσεις της διαδικασίας παραγωγής, αυξάνεται και η ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται, συνυπολογίζοντας και το νερό που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για της άρδευση της καλλιέργειας του δέντρου και την κατανάλωση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων (M. Avraamides, D. Fatta, Resource 2008).



Κεφάλαιο 2^ο

Τα Απόβλητα των Ελαιοτριβείων & οι Περιβαλλοντικές τους Επιπτώσεις

2.1. Απόβλητα Ελαιοτριβείων

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, ολόκληρη η ελαιοκομική δραστηριότητα, δηλαδή η καλλιέργεια του δέντρου της ελιάς καθώς και η επεξεργασία του ελαιόκαρπου, χαρακτηρίζεται από την παραγωγή διαφόρων παραπροϊόντων και αποβλήτων, τα οποία δημιουργούνται σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας του φυτού και του καρπού. Όσον αφορά ωστόσο στα απόβλητα των ελαιοτριβείων, θέμα το οποίο άπτεται του ενδιαφέροντος της παρούσης εργασίας, αυτά μπορούν να χωριστούν σε τρεις επιμέρους κατηγορίες, με αρκετές διαφοροποιήσεις η κάθε μία εξ αυτών. Το μεγαλύτερο πρόβλημα ανιχνεύεται στο στάδιο της παραγωγής και επεξεργασίας του ελαιοπυρήνα με σκοπό την παραγωγή του πυρηνέλαιου.

Στη λεκάνη της Μεσογείου το ζήτημα των αποβλήτων είναι υψίστης σημασίας, καθώς όπως είναι αναμενόμενο οι μεγάλες ποσότητες επεξεργασίας ελαιόκαρπου παράγουν και αντίστοιχες ποσότητες αποβλήτων σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Οι τρεις βασικές χώρες παραγωγής ελαιόλαδου, η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα έχουν κληθεί να βρουν λύσεις στο ακανθώδες ζήτημα της διαχείρισης των αποβλήτων, ωστόσο οι μέθοδοι που προσπάθησαν να εφαρμόσουν αποδείχτηκαν μη πρακτικές και παραγωγικές, γεγονός που οφείλεται στο μεγάλο όγκο διαχείρισης αλλά και στην ταχύτητα, εξαιτίας της άμεσης αναγκαιότητας που είχαν. Τα τελευταία χρόνια το πρόβλημα έχει εντοπιστεί και σε άλλες περιοχές που η καλλιέργεια και η παραγωγή της ελιάς έχει αυξηθεί αρκετά, όπως είναι οι: Αργεντινή, Αυστραλία και Ν. Αφρική.

Το πρόβλημα στα υγρά απόβλητα εδράζεται στο γεγονός πως εμπεριέχονται σε αυτά πολύ υψηλά ποσοστά πολυφαινολικών ενώσεων, διάφορα λιπίδια και άλλα οργανικά οξέα, τα οποία τα μετατρέπουν σε φυτοτοξικά. Παράλληλα, ωστόσο, εμπεριέχουν και πολύτιμες ουσίες, όπως είναι οργανική ύλη και διάφορες άλλες



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

θρεπτικά ωφέλιμες ουσίες, οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν (Φωτεινόπουλος, 2016).

Ανά τα χρόνια, οι μέθοδοι που έχουν ακολουθηθεί για τη διαχείριση των εν λόγω αποβλήτων έχουν αποδειχτεί το λιγότερο αναποτελεσματικές. Τα τελευταία χρόνια όμως, τόσο οι πολιτικοκοινωνικές αλλαγές που έχουν πραγματοποιηθεί και έχουν φέρει νέα δεδομένα, αυξάνοντας τις γνώσεις και την ευαισθητοποίηση πολιτών και ιθύνοντων, νομικού πλαισίου που έχει αυστηροποιηθεί, αλλά και της προοπτικής οικονομικής εκμετάλλευσης των αποβλήτων, έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια και έρευνα προκειμένου να βρεθεί λύση για την άμεση αξιοποίησής τους και την τελική τους διάθεση.

Ορισμένες από τις μεθόδους που έχουν βρεθεί είναι ήδη σε στάδιο εφαρμογής, αλλά τα αποτελέσματά τους είναι ακόμη αμφίβολα, ενώ άλλες βρίσκονται ακόμη σε εργαστηριακό ή πειραματικό στάδιο. Θα αναφερθούμε σε ορισμένες από τις προτάσεις που έχουν γίνει κατά καιρούς. Μεταξύ αυτών είναι και η χρήση τους για δευτερογενή εξαγωγή λαδιού, καταστροφή με καύση, η αεριοποίησή τους, η αναερόβια χώνευση, η κομποστοποίηση, η εξαγωγή δευτερευόντων πολύτιμων προϊόντων και τέλος η ζύμωση. Η φυγοκέντρωση δύο φάσεων, μιας και είναι μία σχετικά νέα μέθοδος, αποτελεί ιδιαίτερη περίπτωση και χρήζει ιδιαίτερης προσοχής, καθώς παράγει και νέα απόβλητα με ιδιαίτερες φυσικοχημικές ιδιότητες. Ως εκ τούτου έχουν ανακύψει νέα ζητήματα για τα απόβλητα αυτά, σχετικά με τη διαχείρισή τους από τα πυρηνελουργεία, γεγονός που με τη σειρά του έχει οδηγήσει σε προσπάθειες είτε να προσαρμοστούν οι παραδοσιακές στρατηγικές αξιοποίησης, είτε να αλλάξουν πλήρως (Φωτεινόπουλος, 2016).

Ωστόσο, παρά τις πολλές και δαπανηρές προσπάθειες που έχουν γίνει για την εξεύρεση και εφαρμογή μίας μεθόδου που θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε παγκόσμια κλίμακα και να λύσει το πρόβλημα άπαξ δια παντός δεν έχει υπάρξει σημαντική πρόοδος. Οι στρατηγικές διαχείρισης των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία που προτείνονται εν τέλει εξαρτώνται από μία πληθώρα παραγόντων, οι οποίοι είναι μεταξύ άλλων το πολιτικοκοινωνικό γίγνεσθαι της εκάστοτε χώρας, καθώς και το γεωργικό-βιομηχανικό περιβάλλον των ίδιων των ελαιοτριβείων κατά τόπους. Επομένως, σε κάθε λύση που προτείνεται θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν όλοι οι άνωθεν παράγοντες

και τα προγράμματα θα πρέπει να ανταποκρίνονται τόσο στην οικονομική ανταπόκριση των ελαιοτριβείων αλλά και στις απαιτήσεις του εκάστοτε πολιτειακού συστήματος.

Πριν οδηγηθούμε όμως στις λύσεις που έχουν προταθεί θα πρέπει πρώτα να οριστούν και να κατηγοριοποιηθούν τα απόβλητα. Η κατηγοριοποίησή τους βασίζεται στην υφή και τη φύση του καθενός, δηλαδή χωρίζονται σε υγρά, στερεά και αέρια. Εν συνεχεία θα γίνει μία προσπάθεια αδρομερούς ανάλυσης και των τριών αυτών κατηγοριών.

2.1.1. Υγρά απόβλητα

Ο βασικότερος τύπος αποβλήτων κι εκείνος που δημιουργεί τα περισσότερα προβλήματα εξαιτίας του παραγόμενου όγκου είναι τα φυτικά υγρά που είναι γνωστά με την ονομασία κατσίγαρος, τα οποία είναι εξαιρετικά επιβαρυντικά από περιβαλλοντικής απόψεως. Ο κατσίγαρος είναι αποτέλεσμα της επεξεργασίας του ελαιοκάρπου παρόλα αυτά υπάρχουν και δευτερευούσης σημασίας υγρά που μολύνουν το περιβάλλον αν και σε αρκετά μικρότερα βαθμό. Πρόκειται για τα υγρά που χρησιμοποιούνται για την πλύση του καρπού, καθώς και το νερό που χρησιμοποιείται στους διαχωριστήρες για την οριστική διαύγαση του ελαιολάδου (Φωτεινόπουλος, 2016).

Ο κατσίγαρος λοιπόν που παράγεται από την επεξεργασία του καρπού είναι ένα υγρό απόβλητο με ελαφρά όξινο pH, το οποίο είναι εξαιρετικά υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Το χρώμα του κυμαίνεται από πολύ σκούρο κόκκινο μέχρι και έντονο μαύρο. Η ακριβής του σύσταση, καθώς και η ποσότητα που παράγεται διαφέρει και εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς, τις κλιματικές συνθήκες στις οποίες καλλιεργήθηκε και αναπτύχθηκε το δέντρο, τις γεωργικές πρακτικές που εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια της καλλιέργειάς του, τον χρόνο που ο ελαιοκάρπος παρέμεινε αποθηκευμένος πριν την επεξεργασία, αλλά και την διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εξαγωγή του ελαιολάδου (Dermeche et al., 2013).

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, τα μεγαλύτερα ποσοτικά υγρά απόβλητα δίνουν τα φυγοκεντρικά συστήματα τριών φάσεων, εν



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

αντιθέσει με τα φυγοκεντρικά συστήματα δύο φάσεων, τα υγρά απόβλητα των οποίων είναι εξαιρετικά περιορισμένης ποσότητας και είναι αναμεμειγμένα με τον ελαιοπυρήνα. Από χημική σκοπιά, ο κασιόγαρος αποτελείται κατά κύριο λόγο από νερό, σε ποσοστό που αγγίζει μέχρι και το 92%, ενώ περιλαμβάνει και άλλα συστατικά, όπως φαινολικές ενώσεις, σάκχαρα, οργανικά οξέα και ορισμένα ανόργανα στοιχεία (όπως κάλιο) (Dermeche et al., 2013).

Πολύ γενικά τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων χαρακτηρίζονται από:

- ♣ Έντονο σκούρο καφέ έως και μαύρο χρώμα
- ♣ Ισχυρά όξινη μυρωδιά μοναδική των ελιών
- ♣ Υψηλό οργανικό περιεχόμενο και μια αναλογία COD/BOD5 μεταξύ 2.5 και 5, υποδεικνύοντας χαμηλή βιοαποικοδομησιμότητα
- ♣ Όξινο χαρακτήρα με τιμές pH κάτω του ουδέτερου
- ♣ Υψηλή συγκέντρωση φαινολικών συστατικών
- ♣ Υψηλή περιεκτικότητα σε στερεή ύλη

2.1.2. Στερεά απόβλητα

Όσον αφορά τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία είναι κυρίως η ελαιοζύμη, η οποία παράγεται από το διαφασικό ελαιοπυρήνα. Τα απόβλητα στη μία περίπτωση αφενός παράγονται από τις διαδικασίες της πίεσης ή της φυγοκέντρωσης τριών φάσεων και ενώ αφετέρου, στην άλλη περίπτωση, είναι τα απόβλητα που παράγονται από διαδικασία της φυγοκέντρωσης δύο φάσεων. Μικρότερης σημασίας και όγκου απόβλητων είναι εκείνα που προέρχονται από τα φύλλα ή τους κλώνους των δέντρων, τα οποία αφαιρούνται κατά το πρώτο στάδιο, αυτό δηλαδή της προετοιμασίας και καθαρισμού του ελαιοκαρπου, και πιο συγκεκριμένα κατά την αποφύλλωση. Τα απόβλητα αυτά δεν δημιουργούν τόσο μεγάλο ζήτημα, καθώς έχει βρεθεί τρόπος να αξιοποιούνται, καθώς είναι συχνή η χρήση τους ως εδαφοβελτιωτικά στους ελαιώνες (Φωτεινόπουλος, 2013).

Η σύσταση της ελαιοζύμης δεν είναι ομοιόμορφη, αλλά διαφοροποιείται μεταξύ των διάφορων ποικιλιών ελιάς, των συνθηκών και πρακτικών καλλιέργειας, τη γεωγραφική προέλευση του καρπού, καθώς και τις διαδικασίες παραλαβής του ελαιολάδου από τις οποίες προέκυψε (Dermeche et al., 2013). Τα βασικά συστατικά της ελαιοζύμης είναι μεταξύ άλλων: η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες και η λιγνίνη, ενώ επίσης εμπεριέχονται σε αυτή λιπίδια και διάφορες πρωτεΐνες (Rodríguez et al., 2008).

Η ελαιοζύμη έχει πολλές διαφορές από τον διφασικό ελαιοπυρήνα και ο κύριος λόγος που συμβαίνει αυτό είναι γιατί εμπεριέχει εξαιρετικά υψηλά ποσοστά υγρασίας. Η ημιρρευστότητα του διφασικού ελαιοπυρήνα, η έντονη πυκνότητα που φέρει, καθώς και τα τμήματα του πυρήνα και των στερεών της σάρκας του ελαιόκαρπου που εμπεριέχει αναμεμειγμένα με φυτικά υγρά, το καθιστούν εξαιρετικά δύσκολο στη διαχείρισή του (Demerche et al., 2013). Ωστόσο, πλέον υπάρχουν κατάλληλοι εξοπλισμοί στα πυρηνελαιουργεία, όπου γίνεται επεξεργασία του διφασικού ελαιοπυρήνα με τελικό σκοπό την παραγωγή πυρηνέλαιου και πυρηνόξυλου (Φωτεινόπουλος, 2013).

2.1.3. Αέρια απόβλητα

Τρίτη κατηγορία είναι τα αέρια απόβλητα που παράγονται από την ελαιουργική δραστηριότητα, τα οποία μπορούν να χωριστούν σε δύο διαφορετικές κατηγορίες: αφενός υπάρχουν τα απόβλητα που παράγονται από τα καυσαέρια που δημιουργεί ο εξοπλισμός και τα μηχανήματα των ελαιοτριβείων, ενώ αφετέρου παράγονται και διάφορα αέρια στα πυρηνελαιουργεία, όπως είναι μεταξύ άλλων υδρατμοί που προέρχονται από ξηραντήρια ελαιοπυρήνα ή καυσαέρια θερμοθαλάμων ξηραντήριων. Παρόλα αυτά στις περιοχές που τα ελαιοτριβεία και τα πυρηνελαιουργεία δεν βρίσκονται πολύ κοντά σε αστικές εγκαταστάσεις, τα αέρια απόβλητά τους θεωρούνται ήσσονος σημασίας, χωρίς να δίνεται στο πρόβλημα η διάσταση που του αρμόζει. Τα αέρια απόβλητα αποτελούν μεγάλο πρόβλημα για τις κατοικημένες περιοχές, δημιουργώντας δυσχέρεια στους κατοίκους, εξαιτίας των έντονων δυσάρεστων οσμών τους. Με τη διαδικασία της ξήρανσης των ελαιοπυρήνων στα ξηραντήρια,



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

σχηματίζονται μεγάλες ποσότητες υδρατμών, οι οποίοι καταλήγουν στην ατμόσφαιρα. Αυτοί οι υδρατμοί χαρακτηρίζονται για την έντονη οσμή τους, η οποία είναι εξαιρετικά δυσάρεστη, ενώ παράλληλα εάν οι εξωτερικές συνθήκες που επικρατούν στην συγκεκριμένη περιοχή είναι ευνοϊκές, υπάρχει μεγάλο ενδεχόμενο να δημιουργηθεί ένα τεράστιο νέφον υδρατμών, επάνω από την περιοχή του πυρηνελαιουργείου. Τα αέρια απόβλητα αυτά δεν φαίνεται να ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, μιας και δεν εμπεριέχονται σε αυτά επικίνδυνες ουσίες, βαρέα μέταλλα ή οξείδια του θείου/αζώτου κτλ (Φωτεινόπουλος, 2016).

Ωστόσο, στα σύγχρονα πυρηνελαιουργεία υπάρχει εγκατεστημένος εξοπλισμός έτσι ώστε να καθαρίζονται οι υδρατμοί, είτε με κυκλωνικό σύστημα είτε με πολυκλωνικό. Παράλληλα, συχνά προτείνεται και να ψεκάζονται τα αέρια απόβλητα με ορισμένες ουσίες, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι δυσάρεστες οσμές. Σύμφωνα με όλα όσα προαναφέρθηκαν, η διαχείριση των αέριων αποβλήτων της ελαιουργίας θεωρείται ως ζήτημα ήσσονος σημασίας σε σχέση με τη διαχείριση των υγρών ή των στερεών αποβλήτων (Φωτεινόπουλος, 2016).

2.2. Ζητήματα που ανακύπτουν κατά τη διαχείριση αποβλήτων ελαιουργίας

Αφού αναλύθηκαν τα διαφορετικά είδη αποβλήτων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του καρπού της ελιάς προκύπτει το μείζον ερώτημα: ποια περιβαλλοντικά ζητήματα ανακύπτουν από την πληθώρα και τον όγκο των αποβλήτων που δημιουργούνται, αλλά και ποιες είναι οι λύσεις που έχουν προταθεί με σκοπό την αντιμετώπισή τους;

Είναι σαφές πως η διαχείριση των αποβλήτων, εξαιτίας του υψηλότατου παραγόμενου όγκου, πρέπει να είναι άμεση και αποτελεσματική, καθώς το περιβάλλον επιβαρύνεται και υποβαθμίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με το μεγαλύτερο πρόβλημα να εντοπίζεται στα υγρά απόβλητα. Η βασική αιτία είναι πως τα υγρά απόβλητα, τα οποία δεν έχουν υποστεί επεξεργασία και που όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στη βιβλιογραφία απαντώνται είτε ως λιοζούμια είτε ως κατσίγαρος, φέρουν υψηλές τιμές τοξικού οργανικού φορτίου, παράλληλα με υψηλές τιμές COD, οι οποίες ανέρχονται έως και 110 g/L, ενώ και το pH τους είναι εξαιρετικά χαμηλό. Τέλος, πρόβλημα παρουσιάζεται και στο οξυγόνο, το οποίο είναι σε τιμές πιο υψηλές από εκείνες του βιολογικός απαιτούμενου (BOD έως 170 g/L). Επομένως, το υψηλό ρυπαντικό τους φορτίο τα καθιστά κύριο πρόβλημα στο βιομηχανικό τομέα.

Είναι εμφανές πως το ζήτημα αυτό δεν έχει εύκολες λύσεις, ενώ το πρόβλημα κορυφώνεται σε μικρότερης κλίμακας βιομηχανικές μονάδες ελαιοπαραγωγής. Οι παράγοντες που δυσκολεύουν την εξεύρεση λύσεων είναι αρκετοί, ωστόσο εν συνεχεία θα γίνει μία προσπάθεια ώστε να συμπυκνωθούν και να παρουσιαστούν οι βασικότεροι, ώστε να καταστεί σαφές το μέγεθος του ζητήματος που ανακύπτει (Κούγκολος, 2017).

1. Η ρυπαντική δράση των αποβλήτων είναι εξαιρετικά υψηλή με αποτέλεσμα πολλές χημικές ενώσεις να είναι εξαιρετικά δύσκολο να διασπαστούν. Το BOD₅ των ΥΑΕ μπορεί να πάρει τιμές 10.000-60.000 mg/l και το COD από 40.000-150.000 mg/l. Για λόγους σύγκρισης τίθεται ότι τα αστικά απόβλητα παίρνουν τιμές BOD₅ από 300 mg/l. Παράλληλα η ποσότητα των TSS είναι αυξημένη, ο

λόγος COD/BOD₅ είναι σχετικά μεγάλος (3-5) και υπάρχει παρουσία δύσκολα βιοαποδομήσιμων χρωστικών ενώσεων.

2. Ένας δεύτερος παράγοντας είναι η μικρή χρονική διάρκεια λειτουργίας των ελαιοτριβείων (Νοέμβριο – Μάρτιο) σε σχέση με τον όγκο των αποβλήτων που παράγουν αλλά και σε σχέση με το κόστος του εξοπλισμού που χρειάζονται.
3. Ως εκ τούτου λοιπόν, το υψηλό κόστος της επεξεργασίας των παραγόμενων αποβλήτων, κυρίως των υγρών, δημιουργεί το βασικότερο πρόβλημα στη συζήτηση που ανοίγεται πάντα. Από την άλλη, το όλο ζήτημα δεν είναι αμιγώς θέμα τεχνολογικού εξοπλισμού και κόστους, αλλά είναι κυρίως θέμα κλίμακας μεγέθους.

Ως προς το τελευταίο, γίνεται σαφές πως το μέγεθος των μονάδων επεξεργασίας και η δυσκολία εγκατάστασής τους, με σκοπό την αποτελεσματικότερη επεξεργασία των αποβλήτων, δημιουργεί σε πολλές περιπτώσεις πολύ σημαντικότερα ζητήματα από όσα λύνει. Αφενός, τέτοιου είδους μηχανήματα δεν είναι εύκολο να κατασκευαστούν στην ελληνική επικράτεια, παρόλο που εδώ, όπως είπαμε και προηγουμένως, διαθέτουμε πολλές σε αριθμό μονάδες παραγωγής, αλλά μικρής λειτουργικής κλίμακας. Επομένως, οι μικρές μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων είναι δύσκολο να επωμιστούν το δυσανάλογο οικονομικό βάρος που απαιτούν οι εν λόγω εγκαταστάσεις. Ως εκ τούτου η λύση βρίσκεται στο να μην τοποθετούνται μικρές μονάδες επεξεργασίας, οι οποίες θα λειτουργούν για τον καθαρισμό και την επεξεργασία των αποβλήτων και τα απόβλητα να καταλήγουν συνήθως στην ατμόσφαιρα, αν πρόκειται για αέρια, στο έδαφος σε τεράστιες στοίβες που προκαλούν δυσάρεστες μυρωδιές και σε ρέματα κοντά στα ελαιοτριβεία, όταν πρόκειται για υγρά απόβλητα. Στα απόβλητα αυτά δεν γίνεται κάποια επεξεργασία, καθώς το κόστος παραμένει αρκετά υψηλό για τις μονάδες παραγωγής, με αποτέλεσμα τη μόλυνση των περιοχών (Κούγκολος, 2017).

Από όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως καθίσταται εμφανές πως το βασικότερο πρόβλημα στη διαχείριση των αποβλήτων είναι το κόστος, καθώς διαφορετικά δεν



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

μπορεί να δοθεί μία φιλική ως προς το περιβάλλον λύση. Οι μονάδες που απαιτούνται να εγκατασταθούν έχουν μεγάλο κόστος, αυξάνοντας κατά πολύ το κόστος κεφαλαίου, αλλά και το λειτουργικό κόστος. Η σταθερή και μεγάλη σε όγκο παρουσία τοξινών στις οργανικές ουσίες προέρχονται κατά κύριο λόγο από τους σπασμένους σπόρους. Τα τοξικά αυτά απόβλητα, χωρίς επεξεργασία, είναι καταστρεπτικά για τα περισσότερα βακτήρια. Η βιολογική επεξεργασία τους δεν είναι εφικτή από μικρομεσαία ελαιοτριβεία, που δεν είναι σε θέση να επωμιστούν το δυσθεώρητο οικονομικό βάρος. Παράλληλα οι τοποθεσίες των ελαιοτριβείων δεν βοηθούν ιδιαίτερα στον σχεδιασμό κεντρικών μονάδων επεξεργασίας, καθώς από γεωμορφολογικής άποψης, τα ελαιοτριβεία είναι διασκορπισμένα σε διάφορες και διαφορετικές περιοχές με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτή κάποια λύση, καθώς αυξάνεται και πάλι το κόστος μεταφοράς αλλά και ο χρόνος που θα χρειάζεται το εκάστοτε ελαιοτριβείο για να μεταφέρει τα απόβλητα σε μία κεντρική μονάδα (Gonzalez, M. D., Moreno, E., Quevedo, J., and Ramos, A., 1990, Nuri Azbar, Abdurrahman Bayram, Ayse Filibeli, Aysen Muezzinoglu, Fusun Sengul, Adem Ozer, 2004).

Ωστόσο, η παράνομη εκροή και ρίψη των αποβλήτων έχει τεράστιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, για τις οποίες θα αναφερθούμε αδρομερώς εν συνεχεία.

2.3. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Τα απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία, εξαιτίας του μεγάλου οργανικού φορτίου το οποίο εμπεριέχουν αποτελούν ρυπογόνο παράγοντα για το περιβάλλον. Αρκεί να αναφέρουμε πως τα υγρά απόβλητα που παράγονται για παράδειγμα από ένα μεσαίας κλίμακας και δράσης ελαιοτριβείο είναι ισοδύναμα με την με τα ρυπαγόνα απόβλητα μίας μικρής κατοικήσιμης πόλης.

Το βασικότερο πρόβλημα είναι τα υγρά απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία, χωρίς ωστόσο τα υπόλοιπα είδη αποβλήτων να είναι ήσσονος σημασίας, μιας και το πρόβλημά τους αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα ζητήματα διαχείρισης αποβλήτων της γεωργιοβιομηχανικής δραστηριότητας. Ωστόσο, έπειτα από χρόνιες μελέτες έχει γίνει η ταυτοποίηση και ο έλεγχος σχετικά με τα συστατικά που έχουν βλαβερές επιπτώσεις στο περιβάλλον, τα οποία ταξινομούνται σε 3 μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τις διαφορετικές επιπτώσεις που έχουν.

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται τα απόβλητα που εμπεριέχουν συστατικά τα οποία το εκάστοτε οικοσύστημα μπορεί να μεταβολίσει με κάποια ορισμένη ευκολία. Τέτοια συστατικά είναι τα οργανικά οξέα, τα απλά σάκχαρα αλλά και τα αμινοξέα. Η δεύτερη κατηγορία από την άλλη εμπεριέχει πιο μεγάλες ουσίες, σε μεγαλύτερο ποσοστό πρόκειται για βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή. Τέτοιες ουσίες είναι οι πρωτεΐνες, οι πηκτίνες και φυσικά οι ημικυτταρίνες. Τέλος, η τρίτη κατηγορία είναι εκείνη που είναι δημιουργεί και τα πιο πολλά προβλήματα στα οικοσυστήματα, καθώς σε αυτήν εμπεριέχονται οι πολυφαινολικές ενώσεις, όλες οι ουσίες που έχουν λιπαρά και οι ταννίνες.

Η τελευταία κατηγορία δεν είναι η πιο υψηλή σε ποσοστά, αντιθέτως αναλογικά είναι η μικρότερη. Ωστόσο, από άποψη περιβαλλοντολογίας είναι η πιο βασική, καθώς φέρει ουσίες με μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας, κυρίως στα υγρά απόβλητα. Οι ουσίες αυτές είναι εκείνες που ευθύνονται για την αποτυχία της καθ’ ολοκληρίαν διαχείρισης και αντιμετώπισης του εν λόγω προβλήματος (Μπαλατσούρας Γ., 1997). Μελέτες και έρευνες που έχουν διεξαχθεί τις δύο τελευταίες δεκαετίες, κατά κύριο λόγο, έχουν δείξει με τρόπο σαφή πως οι επιπτώσεις που έχουν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων στα



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

οικοσυστήματα, υδάτινα, αέρια και εδάφους είναι πολύ σοβαρές, επηρεάζοντας και αλλοιώνοντας συχνά την γλωρίδα κυρίως στους διαφορετικούς πληθυσμούς των μικροβίων, στο έδαφος, στα υδάτινα οικοσυστήματα, αλλά ακόμη και στην ποιότητα του αέρα (Σταυρούλα Γκασιάμη, 2017).

Η αντίληψη και συνειδητοποίηση της πραγματικότητας δείχνει πως η κατάσταση αυτή έχει προχωρήσει σε επικίνδυνα μονοπάτια και χρήζει άμεσης αντιμετώπισης. Για τον λόγο αυτόν είναι εξαιρετικά μεγάλης σημασίας να δημιουργηθούν κάποιες συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές που θα οδηγήσουν στη σωστή και ίσως συλλογική διαχείριση των αποβλήτων είτε μέσω διαφόρων τεχνολογιών που θα μειώσουν κατά πολύ τη μόλυνση που προκαλούν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων στο περιβάλλον και θα προτείνουν ίσως έναν εναλλακτικό τρόπο χρήσης τους.

Όσον αφορά τις συνέπειες που υπάρχουν στο περιβάλλον από τα απόβλητα τα οποία δεν επεξεργάζονται και μεταφέρονται στο φυσικό περιβάλλον αυτές θα μπορούσαν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες, οι οποίες σχετίζονται με τη φύση του εκάστοτε εξ αυτών.

Από την παράνομη ρίψη υγρών αποβλήτων σε ρέματα κοντά στις περιοχές που βρίσκονται τα ελαιοτριβεία τα προβλήματα που παρουσιάζονται στα οικοσυστήματα θα μπορούσαν να συνοψιστούν ως ακολούθως:

Αφενός η ρίψη των αποβλήτων σε οποιοδήποτε υδάτινο σώμα, είτε πρόκειται για ποταμό, λίμνη, η μικρά ρέματα που βρίσκονται πλησίον του ελαιοτριβείου δημιουργεί ένα στρώμα λιπώδες στις επιφάνειές τους. Το αποτέλεσμα της δημιουργίας του στρώματος αυτού είναι πως δεν είναι εφικτή η διάλυση του οξυγόνου. Έτσι, ελλοχεύει πάντοτε ο κίνδυνος οι υδρόβιοι οργανισμοί να θανατωθούν. Ένα δεύτερο πρόβλημα που δημιουργείται με τα απόβλητα αυτά αφορά το αισθητικό κομμάτι της περιοχής, κυρίως εκείνες που ο τουρισμός λειτουργεί συχνά ως ο μεγάλος οικονομικός παράγοντας. Το αποτέλεσμα είναι η περιοχή να μην παρουσιάζει ένα ωραίο αισθητικό αποτέλεσμα μειώνοντας την τουριστική δραστηριότητα. Αν και η ρύπανση αυτή λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, κυρίως τους μήνες Νοέμβριο με Μάρτιο, όπου θεωρείται περίοδος με μειωμένο τουρισμό σε περιοχές με πλούσια υδρόβια γλωρίδα και πανίδα, αυτό δεν σημαίνει πως το αποτέλεσμα δεν είναι



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

συχνά αντιαισθητικό και αποκαρδιωτικό. Μέσω των ποταμών κυρίως τα υδάτινα απόβλητα φτάνουν ως τη θάλασσα, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, γεγονός που βοηθά μιας και υπάρχει μικρός αριθμός λουόμενων, η διαλυτότητα του οξυγόνου το χειμώνα στο νερό είναι αρκετά μεγαλύτερη, ενώ η κακοκαιρία με τις βροχές και τους ισχυρούς ανέμους υποβοηθούν στη διάχυση των ρύπων (Κούγκολος, 2017).

Κάτι ακόμα που πρέπει να επισημανθεί όσον αφορά τα υγρά απόβλητα είναι πως η ρίψη του σε υδροβιότοπους δημιουργεί το φαινόμενο του ευτροφισμού. Το εν λόγω φαινόμενο παρατηρείται κυρίως σε κλειστά υδάτινα σώματα, όπως είναι στον Παγασητικό Κόλπο. Πάντως πρέπει να τονιστεί ότι η κύρια αιτία του ευτροφισμού είναι τα φωσφορικά ιόντα και νιτρικά ιόντα, που προέρχονται από γεωργικά εδαφοβελτιωτικά και λύματα πόλεων και έτσι τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων δεν επωμίζονται τον ευτροφισμό που έχει παρατηρηθεί στον Παγασητικό. Τα υγρά απόβλητα φέρουν πολύ υψηλό φορτίο ρύπων, το οποίο απαιτεί O₂ για τη αποδόμηση του, ενώ παράλληλα τα λοιπά συστατικά, όπως είναι παραδείγματος χάριν τα σάκχαρα των λιοζουμιών λειτουργούν ως μία αρκετά καλή βάση προκειμένου να αναπτυχθούν τα μικρόβια. Η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου είναι κάτι ακόμα που προκαλεί πρόβλημα στην επιβίωση των έμβιων και άβιων οργανισμών του εκάστοτε υδάτινου οικοσυστήματος.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως η ρύπανση που προκαλείται από τα απόβλητα αυτά επιφέρει και τη νέκρωση δέντρων. Επί παραδείγματι στη Χαλκιδική, όπου ιδιοκτήτες ελαιοτριβείων έκαναν προσπάθειες να αξιοποιήσουν τον κατσίγαρο, χρησιμοποιώντας τον για την άρδευση των δασών, είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν πολύ σοβαρά προβλήματα στα πεύκα της περιοχής. Μπορεί οι ουσίες που βρίσκονται εντός των υγρών αποβλήτων να μην είναι μόνο τοξικές, σε σχέση με άλλα απόβλητα και ουσίες που παράγονται βιομηχανικά, ωστόσο στο σύνολό τους όλες μαζί συγκεντρώνουν αρκετά υψηλά ποσοστά φυτοτοξινών, κάτι που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στα οργανικά οξέα που εμπεριέχονται στον κατσίγαρο, αλλά και οι εμπεριεχόμενες φαινόλες (Κούγκολος, 2017).

2.3.1. Επιπτώσεις σε μικροοργανισμούς

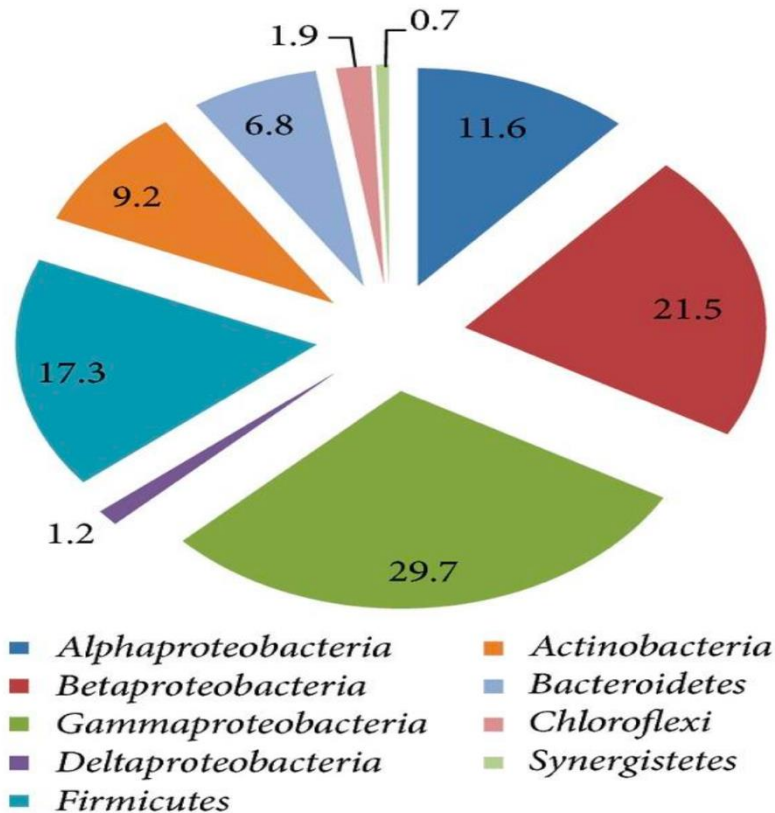
Οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στα απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι αρκετά μεγάλοι σε αριθμό, φτάνοντας μάλιστα μέχρι και τα 105 c.f.u./ml (Niaounakis, M. and C.P. Halvadakis, 2004). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση των μικροοργανισμών αυτών βρίσκεται στο έδαφος και κυρίως σε κάποιο περιβάλλον που υπάρχει πόσιμο ή καθαρό νερό. Επιπλέον, συχνή είναι η εμφάνιση βακτηρίων που υπό φυσιολογικές συνθήκες αναπτύσσονται σε περιτώματα.

Από μελέτες που έχουν διεξαχθεί έχει προκύψει πως συγκεκριμένες ποικιλίες ελαιοκαρπών επηρεάζουν σημαντικά τους μικροοργανισμούς που δημιουργούνται και αναπτύσσονται στα απόβλητα από τα ελαιοτριβεία. Όταν εμπλέκονται πολλές και διαφορετικές ποικιλίες ελαιοκαρπών οι κοινότητες των βακτηρίων που αναπτύσσονται φτάνουν σε ποσοστό μόνο στο 15% από το σύνολο των βακτηριακών ομάδων (Kavroulakis N. & Ntougias S., 2011. Tsiamis G, Tzagkaraki G, Chamalaki A, et al., 2012).

Από τις μελέτες λοιπόν έχει προκύψει πως στα απόβλητα από τα ελαιοτριβεία εντοπίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό τα ακόλουθα στελέχη βακτηρίων: Alphaproteobacteria, Betaproteobacteria και Gammaproteobacteria. Σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουμε μέχρι τώρα στη διάθεσή μας σε παγκόσμιο επίπεδο, οι ακολουθίες των βακτηρίων που έχουν ανιχνευτεί στα απόβλητα ανέρχονται στις 585, ενώ αξίζει να σημειωθεί εδώ πως για τον μοριακό χαρακτηρισμό των βακτηρίων έχει χρησιμοποιηθεί το γονίδιο 16s rRNA.

Σχεδόν το 20% των βακτηρίων, τα οποία έχουν εντοπιστεί και αναπτύσσονται ή σχετίζονται με μέρη ή περιβάλλοντα στα οποία υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση αποβλήτων, ανήκει στην ευρύτερη ομάδα των κολοβακτηριδίων, ορισμένα από τα οποία είναι τα *Citrobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Serratia* spp, καθώς και διάφορα άλλα μικρότερης εμβέλειας βακτηρίδια του εντέρου. Με βάση αυτές τις πληροφορίες μπορεί πολύ εύκολα να εξαχθεί το συμπέρασμα πως τα βακτήρια αυτά έχουν επιβλαβής επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και εν συνεχεία και στον ίδιο τον άνθρωπο, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την λύση προς ασφαλή διάθεση των εν λόγω αποβλήτων

(Spyridon Ntougias, Kostas Bourtzis, and George Tsiamis. 2013, Brugère J-F, Mihajlovski A, Missaoui M, Peyret P., 2009).



Εικόνα 11: Κατανομή βακτηριακών στελεχών που εντοπίζονται σε περιβάλλοντα αποβλήτων ελαιολαδιού.

Παρόλο που τα βακτήρια βρίσκονται σε μεγάλη συγκέντρωση στα απόβλητα δεν πρέπει να ξεχνάμε πως σε αυτά απαντώνται και μία μεγάλη ποικιλία μυκήτων, οι οποίοι ανήκουν κυρίως στους ζυμομύκητες. Υπάρχει ένας εξαιρετικά σημαντικός αριθμός ζυμομυκήτων οι οποίοι έχουν βρεθεί στα απόβλητα ελαιολαδιού, ενώ όπως και στην περίπτωση των βακτηρίων το είδος και η ανάπτυξή τους είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την ποικιλία του καρπού που έχει επεξεργαστεί το εν λόγω ελαιολαδί (Spyridon Ntougias, Kostas Bourtzis, and George Tsiamis, 2013). Οι ομάδες αυτές που εμφανίζονται στο σύνολο των αποβλήτων φέρουν συγκεκριμένα



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

χαρακτηριστικά και μπορούν να αποδομήσουν διάφορα σύνθετα συστατικά, ανάμεσα στα οποία βρίσκονται πολυσακχαρίτες, όπως η ξυλάνη και η πηκτίνη, καθώς και πολυφαινολικές ενώσεις, όπως τα κουμαρικά, βανιλικά και καφεϊκά οξέα, γεγονός που οδηγεί στη σημαντική μείωση των ποσοτήτων τους (Sinigaglia M, Di Benedetto N, Bevilacqua A, Corbo MR, Capece A, Romano P., 2010. Romo-Sánchez S, Alves-Baffi M, Arévalo-Villena M, Úbeda-Iranzo J, Briones-Pérez A., 2010). Επισκόπηση του Εθνικού Κέντρου Βιοτεχνολογικών Πληροφοριών αποκαλύπτει την ύπαρξη 106 κατατεθειμένων αλληλουχιών μυκήτων που έχουν βρεθεί στα περιβάλλοντα αποβλήτων ελαιολιπιδίων. Οι σημαντικότεροι μύκητες που βρίσκονται στα απόβλητα είναι οι ακόλουθοι: Glomeromycota, Basidiomycota, Ascomycota και ένα μικρό ποσοστό από μύκητες οι οποίοι είναι ακαθόριστοι (Spyridon Ntougias, Kostas Bourtzis, and George Tsiamis., 2013).

Υπάρχουν διάφοροι μύκητες και στελέχη τους, τα οποία βρίσκονται σε μεγάλη συγκέντρωση σε απόβλητα σε λίμνες ή σε άλλους υδροβιότοπους, ανάμεσα στους οποίους είναι οι: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chalara*, *Fusarium*, *Lecythophora*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Phoma*, *Phycomyces*, *Rhinochlamydia* και *Scorulariopsis*, οι οποίοι διαθέτουν την ικανότητα να αφαιρούν τις τοξίνες από τα απόβλητα αυτά, δηλαδή αποτοξίνωση (Millán B, Lucas R, Robles A, García T, de Cienfuegos GA, Gálvez A., 2000). Παράλληλα διάφοροι άλλοι μύκητες και στελέχη τους που ανήκουν στα λεγόμενα ενδογενή μικρόβια, όπως τα γένη *Cerrena*, *Byssochlamys*, (syn. *Paecilomyces*), *Lasiodiplodia*, και *Bionectria*, φαίνεται πως καθίστανται ικανά να μειώνουν και να υποβαθμίζουν το φαινολικό φορτίο των αποβλήτων. Εξ όλων όσων προαναφέρθηκαν προκύπτει το συμπέρασμα πως στα απόβλητα των ελαιολιπιδίων αναπτύσσεται μία πληθώρα μικροοργανισμών, τα οποία ζουν και αναπαράγονται, δημιουργώντας μικρές ομάδες βακτηρίων και μυκήτων (Mann J, Markham JL, Peiris P, Nair N, Spooner-Hart RN, Holford P., 2010).

Όσον αφορά τους μύκητες που προαναφέρθηκαν έχουν πολλές και διαφορετικές λειτουργίες στο οικοσύστημα που δημιουργείται στα απόβλητα των ελαιολιπιδίων με κυριότερη εκείνη της μεταβολής και της μείωσης που προκαλούν ποσοτικά στα σάκχαρα και στις φαινολικές ενώσεις. Καθώς το pH των αποβλήτων

αυτό είναι εξαιρετικά όξινο είναι λογικό πως η ανάπτυξη και η δράση των μικροβίων αυτών έχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των βακτηρίων. Παρόλα αυτά έχει παρατηρηθεί εξαιρετικά υψηλή αντιμικροβιακή δράση εναντίον διαφόρων μικροοργανισμών που διαθέτουν εξωγενή στελέχη, εξαιτίας του φαινολικού κλάσματος που υπάρχει στα απόβλητα, γεγονός που δημιουργεί δυσκολίες σε οποιαδήποτε βιολογική μέθοδο επεξεργασίας τους. Παράλληλα, πρέπει να σημειωθεί εδώ πως ορισμένα συστατικά που ανήκουν στο φαινολικό φάσμα, ακόμη κι αν αυτά υπάρχουν σε αρκετά χαμηλές συγκεντρώσεις, δεν σταματούν την δημιουργία και ανάπτυξη διαφόρων παθογόνων μικροοργανισμών που είναι επιβλαβή για τους ανθρώπινους οργανισμούς, ανάμεσα στα οποία περιλαμβάνονται τα: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* και *Streptococcus pyogenes*.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί πως στα απόβλητα των ελαιοτριβείων δημιουργούνται και ορισμένα μικρόβια, τα οποία σχηματίζουν ενδογενείς κοινοτικές ομάδες και στα οποία αποδίδονται χαρακτηριστικά οξείας τοξικότητας ενάντια σε υδρόβιους οργανισμούς. Λαμβάνοντας όλες τις άνωθεν πληροφορίες ως δεδομένα είναι εύλογο το συμπέρασμα της σημαντικότητας που έχει η ενδεδειγμένη αξιολόγηση των κοινοτήτων που δημιουργούν οι μικροοργανισμοί και η επιρροή που έχουν όλα αυτά στα οικοσυστήματα, όχι μόνο από πλευράς βιοεπεξεργασίας αλλά και ως προς την ασφαλέστερη διάθεσή τους (Obied HK, Bedgood DR, Jr., Prenzler PD, Robards K., 2007. Venieri D, Rouvalis A, Piopoulou-Georgudaki J., 2010).

2.3.2. Επιπτώσεις στο έδαφος και τα φυτά

Συγκριτικά με τον υδροφόρο ορίζοντα ή την ατμοσφαιρική ρύπανση δεν φαίνεται να έχουν παρατηρηθεί αναφορές για μακροπρόθεσμες ή μακροχρόνιες επιπτώσεις που υπάρχουν στα χερσαία οικοσυστήματα και εν γένει στο έδαφος από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων. Σχετικά πρόσφατες μελέτες, οι οποίες έλαβαν χώρα κυρίως σε σημεία που εναποτίθενται τα στέρεα απόβλητα των ελαιοτριβείων είτε αυτά αξιοποιούνται για λίπασμα είτε ως απλά απορρίμματα. Παρόλα αυτά, οι τοξίνες που εμπεριέχονται στα απόβλητα αυτά είναι λογικό πως επηρεάζουν – αν και σε μικρότερη



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

κλίμακα- τα χερσαία οικοσυστήματα στα οποία αυτά ρίχνονται, με κυριότερο πρόβλημα να έχει αναφερθεί εκείνο της καθυστέρησης ή ακόμα και αναστολής της βλάστησης των σπόρων, ενώ εξωθούν ορισμένα είδη φυτών σε πρόωρη ανάπτυξη. Παράλληλα, παρατηρείται και έντονη αλλοίωση ορισμένων εδαφικών χαρακτηριστικών, δημιουργώντας περιορισμούς όσον αφορά τους μικροοργανισμούς, καθώς έχουν σημαντική επιρροή στη εδαφική ποικιλομορφία των μικροβίων (Saez L, Perez J, Martinez J., 1992. Ben Sassi A, Boularbah A, Jaouad A, Walker G, Boussaid A., 2006. Karpouzas DG, Ntougias S, Iskidou E, et al., 2010).

Η μεγάλη συγκέντρωση τοξινών που στα απόβλητα αποδίδεται στο χαμηλό μοριακό βάρος που έχουν τα φαινολικά συστατικά και συγκεκριμένα στα μονομερή τους. Παρόλα αυτά σε ενδεχόμενη περίπτωση που μειωθούν σε περιεκτικότητα τα συγκεκριμένα συστατικά αυτό δεν σημαίνει πως ταυτόχρονα θα παρουσιαστεί και μείωση αντιστοίχως της τοξικότητας των αποβλήτων, καθώς υπάρχει μία πληθώρα διαφορετικών παραγόντων που επηρεάζουν καταλυτικά την τοξικότητα των συγκεκριμένων αποβλήτων.

Η επίδραση που έχουν οι τοξίνες αυτές που παράγονται από τα απόβλητα, αν και δεν έχει εξακριβωθεί ο λειτουργικός τους μηχανισμός που ενισχύει την τοξική τους δράση, φαίνεται ότι παίζει ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών. Οι φαινολικές ενώσεις που περιλαμβάνονται στα απόβλητα επηρεάζουν τους σπόρους και ορισμένα φυτά που δεν βρίσκονται ακόμα στο ζενίθ των αναπτυξιακών τους ικανοτήτων, προκαλώντας πιθανότατα ναρκωτική δράση, έχοντας ως αποτέλεσμα την εμφάνιση δυσλειτουργιών στα φυτά αυτά που εντοπίζεται κυρίως στις κυτταρικές τους μεμβράνες. Παράλληλα πρέπει να επισημανθεί πως ορισμένα βιονεργά ενδιάμεσα συστατικά, η προέλευση των οποίων ανάγεται σε μετασχηματίζουσες φαινολικές ενώσεις, ενισχύουν κατά πολύ την τοξικότητα των αποβλήτων των ελαιοτριβείων.

Μία ακόμη σημαντική επίπτωση που έχει παρατηρηθεί στα απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι πως υποβοηθούν στην ταχύτερη μείωση της φωσφορυλίωσης των μιτοχονδρίων, γεγονός που πιθανότατα να οφείλεται σε συγκεκριμένες δομικές αλλαγές, οι οποίες λαμβάνουν χώρα στις εσωτερικές μεμβράνες των μιτοχονδρίων και επηρεάζονται κατά κύριο λόγο από τα λιπαρά οξέα, αλλά και σε άλλα παρεμφερή οργανικά συστατικά. Παράλληλα η φυσιολογία των προκαρυωτικών αλλά και των



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

ευκαριωτικών οργανισμών δεν μένει ανεπηρέαστη από τις τοξίνες, τα φαινολικά συστατικά των αποβλήτων, καθώς και άλλων οξέων, μεταξύ των οποίων είναι το ρ-κουμαρικό οξύ ή το φερουλικό οξύ. Τέλος, όσον αφορά τις εδαφικές επιπτώσεις που έχουν τα απόβλητα, πρέπει να αναφερθεί πως εξαιτίας του πολύ όξινου pH και της πίεσης από την ώσμωση, η οποία παράγεται από τα υψηλά ποσοστά Na⁺ και Cl⁻ έχουν καταλυτικό ρόλο στην τοξική δράση που αυτά έχουν (Greco G, Jr., Colarieti ML, Toscano G, Iamarino G, Rao MA, Gianfreda L., 2006. Peixoto F, Martins F, Amaral C, Gomes-Laranjo J, Almeida J, Palmeira CM., 2008. Hanifi S, El Hadrami I., 2009).

Παρόλα αυτά, το θετικό είναι πως από μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί φαίνεται το οικοσύστημα να ανακάμπτει σχετικά γρήγορα και να μειώνονται οι τοξίνες στο έδαφος μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα. Στα εδάφη, έπειτα από τη ρίψη αποβλήτων παρουσιάζεται έντονη φυτοτοξικότητα, όμως μετρήσεις που πραγματοποιούνται έπειτα από διάστημα έξι μηνών δείχνουν πως η ικανότητα βλάστησης έχει επανέλθει πλήρως στο έδαφος. Ωστόσο, αυτό εξαρτάται και ως έναν βαθμό τη φύση και τη σύνθεση της λάσπης που έχει εναποτεθεί σε ευεργετικά ή τοξικά οργανικά και ανόργανα συστατικά (Piotrowska A. Iamarino G., Rao M.A & Gianfreda L., 2005).

2.3.3. Επιπτώσεις στον υδροφόρο ορίζοντα

Ένα από τα μεγαλύτερα οικολογικά προβλήματα που δημιουργούνται από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων επηρεάζουν τα υδάτινα οικοσυστήματα και εν γένει τον υδροφόρο ορίζοντα, όπως είναι ποτάμια, θάλασσες και άλλους υδάτινους πόρους, οι οποίοι δέχονται τη μεγαλύτερη ποσότητα ρύπων, καθώς εν τέλει εκεί καταλήγουν τα λύματα των ελαιοτριβείων. Πρόκειται για ένα παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα, που απασχολεί κυρίως τις χώρες της Μεσογείου, οι οποίες παράγουν και τεράστιες ποσότητες ελαιόλαδου.

Τα δύο πιο εμφανή προβλήματα που δημιουργούν τα απόβλητα στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι η δυσάρεστες αναθυμιάσεις που αναδύονται από αυτά, καθώς επίσης και η όξινη μάζα που δημιουργείται στην επιφάνεια των υδάτων, χρωματίζοντας



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

το νερό, γεγονός που οφείλεται στην οξείδωση και τον πολυμερισμό των ταννινών, οι οποίες παράγουν σκουρόχρωμες πολυφαινόλες. Πρόκειται για σειρά από φυσικοχημικές μετατροπές επηρεάζουν το υδρόβιο οικοσύστημα.

Τα λύματα που καταλήγουν στα υδάτινα οικοσυστήματα εμπεριέχουν υψηλές τιμές τοξινών και προκαλούν σε εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό τη μείωση του οξυγόνου που διαλύεται, γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί σε δημιουργία ανοξικών συνθηκών. Οι διάφορες ουσίες, τα οργανικά συστατικά, αλλά και τα σάκχαρα που εμπεριέχονται στα υγρά απόβλητα δημιουργούν ένα εξαιρετικό περιβάλλον για τους μικροοργανισμούς, οι οποίοι τρέφονται από αυτά, αλλά και πολλαπλασιάζονται εντός αυτού του περιβάλλοντος. Ως αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού τους είναι η μόλυνση των υδάτινων πόρων και σε όλες τις υδρόβιες κοινότητες, ενώ παράλληλα σχηματίζεται στην επιφάνεια ένα παχύ ελαιώδες στρώμα, το οποίο πέραν των δυσάρεστων οσμών που παράγει, παγιδεύει και τους υδρόβιους οργανισμούς ή εισχωρεί στα λειτουργικά τους όργανα, όπως είναι τα βράγχια ή τμήματα του ανώτερου πεπτικού συστήματος τους και πολλά ακόμα με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει ή να εμποδίζει εντελώς τη λειτουργία τους επιφέροντας το θάνατο στους οργανισμούς αυτούς.

Οι επιπτώσεις που έχει η ρίψη των αποβλήτων σε ποτάμια, λίμνες και θάλασσες είναι εξαιρετικά σημαντικές και αφορούν κυρίως την πανίδα των οικοσυστημάτων αυτών, καθώς ένας πολύ μεγάλος αριθμός δίπτερων βρίσκουν τραγικό θάνατο, όπως και σχεδόν όλα τα ασπόνδυλα. Το θετικό τμήμα της ρίψης στους υδάτινους πόρους αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία είναι πως υπάρχει μία ταχύτατη ανάκαμψή τους, με τα οικοσυστήματα να επανέρχονται σε φυσιολογικά επίπεδα σχετικά άμεσα, καθώς αφενός η μόλυνση διαρκεί μόνο τέσσερις μήνες του έτους, όσο και η λειτουργία των ελαιοτριβείων δηλαδή, και από την άλλη η ίδια η φύση του νερού που μπορεί να ανανεώνεται βοηθά αρκετά σε αυτό. Παράλληλα οι μικροοργανισμοί που έχουν αναπτυχθεί εκεί καταναλώνουν μεγάλο τμήμα από το ρυπογόνο φορτίο που υπάρχει στα απόβλητα, αφού τρέφονται από αυτό.

Ωστόσο υπάρχουν και εξαιρέσεις, καθώς η επαναφορά του οικοσυστήματος δεν είναι όλες τις φορές απλή ή εξίσου γρήγορη. Πολλοί και διαφορετικοί παράγοντες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάκαμψη αυτή, όπως για παράδειγμα το ίδιο το είδος του υδάτινου οικοσυστήματος στο οποίο αναφερόμαστε, αν δηλαδή αναφερόμαστε σε



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

λίμνη, μικρό ρέμα, ποτάμι ή θάλασσα. Από την άλλη επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και ο όγκος του νερού, ο όγκος των αποβλήτων, η σύστασή τους και η διάρκεια της παραγωγής τους, καθώς και η απόσταση που μεσολαβεί του υδάτινου πόρου με το ελαιοτριβείο.

Όταν γίνεται ρίψη των αποβλήτων σε ποτάμια ή σε μικρά ρέματα στα οποία το νερό είναι τρεχούμενο, τα ποσοστά ανάκαμψης του οικοσυστήματος είναι αρκετά υψηλό. Εν αντιθέσει με τα νερά από τις λίμνες, στα οποία δεν υπάρχει κίνηση και ανανέωση, εκεί είναι πιο εύκολο να παρατηρηθεί το φαινόμενο του ευτροφισμού, κυρίως σε κλειστές περιοχές, εξαιτίας του πολύ υψηλού οργανικού φορτίου που φέρουν τα απόβλητα, τα οποία έχουν σοβαρές επιπτώσεις στο υδάτινο οικοσύστημα. Από την άλλη μεριά η ρίψη σε στεγνά ρέματα ενδέχεται να έχει ακόμη χειρότερες επιπτώσεις, προκαλώντας μέχρι και ζημιές στο οικοσύστημα οι οποίες μπορεί να είναι μη αναστρέψιμες ή εξαρτώνται από τη συχνότητα και τον όγκο των βροχοπτώσεων στην περιοχή (Karaouzas I, Skoulikidis NT, Giannakou U, Albanis TA., 2011).

Εν κατακλείδι, όλα όσα προαναφέρθηκαν καθιστούν αντιληπτό πως τα υδρόβια οικοσυστήματα εν γένει αλλά και οι οργανισμοί που κατοικούν σε αυτούς επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων και σε ορισμένες περιπτώσεις ανεπιστρεπτή. Ο λόγος που τα λύματα ρίχνονται εκεί είναι κυρίως για εξοικονόμηση χώρου αλλά η λύση αυτή είναι προσωρινή. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο υδάτινος ορίζοντας διαθέτει μηχανισμούς αυτοπροστασίας και αυτοκαθαρισμού, γεγονός που βοηθά στη σημαντική μείωση των επιπτώσεων, ωστόσο αυτό δεν είναι απόλυτο, όπως είδαμε, και δεν αναφέρεται σε όλες τις κατηγορίες. Οι μελέτες που διεξάγονται τα τελευταία χρόνια προσανατολίζονται στην εξερεύνηση των επιπτώσεων στις εκβολές των ποταμών, στις παράκτιες περιοχές αλλά και στα υπόγεια ρεύματα, οι οποίες ακόμη δεν έχουν αποσαφηνιστεί και δεν έχουν μελετηθεί μακροπρόθεσμα.

2.3.4. Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα

Εν αντιθέσει με τις επιπτώσεις που έχουν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων στον υδροφόρο ορίζοντα αλλά και στο έδαφος η ατμοσφαιρική ρύπανση δεν έχει μελετηθεί ενδελεχώς από τους ερευνητές. Οι άμεσες επιπτώσεις στον αέρα από τους ρύπους που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της παραγωγής του ελαιόλαδου είναι ελάχιστες και περιστρέφονται κυρίως κατά τα πρώτα στάδια της επεξεργασίας, όπως είναι η καλλιέργεια, η συγκομιδή αλλά και η διάθεση του ελαιοκαρπού. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται κυρίως στην καλλιέργεια του ελαιοκαρπού, καθώς σε πολλές περιπτώσεις πραγματοποιούνται στους ελαιώνες αεροψεκασμοί ή γίνεται υπέρμετρη χρήση γεωργικών μηχανημάτων, τα οποία επιβαρύνουν σημαντικά την ατμόσφαιρα εκπέμποντας μεγάλες ποσότητες CO₂ (Guy Beaufoy, 2000).

Ωστόσο, αυτές είναι επιπτώσεις που εφάπτονται κυρίως στις καλλιέργειες και όχι στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων. Η σημαντικότερη επίπτωση λοιπόν η οποία προέρχεται άμεσα από τα ελαιοτριβεία είναι εκεί όπου τα υγρά απόβλητά τους τοποθετούνται σε μεγάλες ανοιχτές δεξαμενές ή λάκκους. Εξαιτίας της έντονης δράσης των ζυμομυκήτων απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα από την διαδικασία της ζύμωσης διάφορα αέρια, μεταξύ των είναι το μεθάνιο αλλά και το υδρόθειο. Εκ παραλλήλου από τη μάζα των υγρών αποβλήτων εξατμίζονται διάφορα πτητικά συστατικά, οι φαινόλες, οι οποίες είναι εκείνες που ευθύνονται για τις δυσάρεστες οσμές. Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για τα αέρια απόβλητα έχουν δείξει πως αν αυτά ρίχνονται κατά τη διάρκεια των απογευματινών ωρών εκπέμπουν λιγότερα αέρια στην ατμόσφαιρα, εν αντιθέσει με τις πρωινές ώρες, παρόλα αυτά αυτό δεν αναιρεί το βαθμό επικινδυνότητας που έχουν και οι δύο περιπτώσεις αυτές για τον ανθρώπινο οργανισμό αλλά και για το περιβάλλον (Rana G., Rinaldi M. & Introna M., 2003).

Σε δεύτερο επίπεδο, και σε μικρότερη κλίμακα, αλλά όχι αμελητέας σημασίας πρέπει να τοποθετηθούν και τα αέρια που εκπέμπονται από την καύση των στερεών αποβλήτων, αλλά και από τα κλαδιά που έχουν προέρθει από το κλάδεμα του ελαιόδεντρου αλλά και του πυρηνόξυλου που χρησιμοποιείται ως καύσιμο.

Τέλος, πρέπει να αναφερθούν ως ατμοσφαιρικοί ρύποι και εκείνοι που προέρχονται από την δραστηριότητα των πυρηνεργείων, οι οποίοι είτε πρόκειται για διφασικού είτε για τριφασικού ελαιοπυρήνα εκπέμπουν μία ποσότητα αερίων στην ατμόσφαιρα που δεν είναι καθόλου αμελητέα. Οι μεγάλες ποσότητες υδρατμών που παράγονται και διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα οφείλονται στην εξάτμιση του ελαιοπυρήνα τριών φάσεων, εξάτμιση που πραγματοποιείται σε μεγάλους εξατμιστήρες. Μαζί με τους υδρατμούς του εξατμιζόμενου ελαιοπυρήνα ωστόσο, ανεβαίνουν στην ατμόσφαιρα και άλλες οργανικές ουσίες ή σωματίδια, γεγονός που οδηγεί στη δημιουργία έντονης ρυπογόνου αν δεν φιλτράρονται, ενώ έχουν και εξαιρετικά δυσάρεστη οσμή στις εγκαταστάσεις και τη γύρω περιοχή. Πολύ πιο έντονο είναι το πρόβλημα όσον αφορά τους ρύπους που εκπέμπονται από την επεξεργασία με διφασικό ελαιοπυρήνα, ενώ δεν έχει εφαρμοστεί ούτε και έχει προταθεί κάποια συγκεκριμένη λύση, η οποία να είναι γόνιμη και βιώσιμη. Η παραγωγή του μικρού σχετικά σε όγκου ρυπογόνου φορτίου σε σύγκριση με τον όγκο του ατμοσφαιρικού αποδέκτη, αλλά και η μεγάλη απόσταση των ελαιοτριβείων από τις αστικές περιοχές που δεν επηρεάζουν άμεσα την ατμόσφαιρα καθιστούν το πρόβλημα ήσσονος σημασίας και δεν γίνεται λόγος για την άμεση εξεύρεση κάποιας ουσιαστικής και μόνιμης λύσης (Σταυρούλα Γκασιάμη, 2017).

2.3.5. Σύγκριση αποβλήτων με βάση το είδος του ελαιοτριβείου

Μέχρι στιγμής αναφερθήκαμε στους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους τα απόβλητα των ελαιοτριβείων δημιουργούν διάφορα οικολογικά προβλήματα. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί πως ανάλογα με το είδος του ελαιοτριβείου, καθώς και την μέθοδο επεξεργασίας του ελαιοκαρπού υπάρχουν αρκετές διαφοροποιήσεις στα απόβλητα, αλλά και στα εμπιερόμενα συστατικά τους.

Τα απόβλητα που παράγονται με τη μέθοδο των πιεστηρίων είναι κυρίως υγρά και στερεά, γεγονός που οφείλεται κυρίως στη προσθήκη θερμού νερού με σκοπό την πλύση των ελαιοκαρπών και τη σύνθλιψή τους, ώστε να δημιουργηθεί η ελαιόπαστα, η οποία στη συνέχεια θα περάσει τη διαδικασία της συμπίεσης προκειμένου να εξαχθεί το λάδι. Έτσι, παράγονται υγρά και στερεά απόβλητα, τα οποία προέρχονται από τις

πρέσες πίεσης και που περιέχουν ένα κράμα διαφορετικών συστατικών, όπως νερό, φυτικές ίνες και φυσικά το υπολειπόμενο ελαιόλαδο και εν τέλει το ελαιόλαδο διαχωρίζεται από το νερό με τη διαδικασία της κατακόρυφης φυγοκέντρωσης ή εκείνη της επιλεκτικής διήθησης.

Τα στερεά παράγωγα της διαδικασίας αυτής είναι η ελαιόπαστα, η οποία είναι πρεσαρισμένη, αλλά δεν αποτελεί απόβλητο, καθώς αν γίνει ειδική επεξεργασία, σε άλλες εξειδικευμένες εγκαταστάσεις, εξάγεται από αυτήν περίσσεια λαδιού. Μόλις από το στερεό υπόλειμμα αφαιρεθεί όλο το λάδι ρίχνεται στη φωτιά προκειμένου να παραχθεί ενέργεια, ενώ το λάδι που έχει εξαχθεί από αυτό αξιοποιείται με ποικίλους τρόπους, είτε στη δημιουργία σαπουνιών είτε μπορεί αφού περάσει τη διαδικασία του εξευγενισμού να χρησιμοποιηθεί προς βρώση. Αν και η διαδικασία πρεσαρίσματος δεν απαιτεί μεγάλη ποσότητα νερού, συγκριτικά με άλλες, ωστόσο παράγονται από αυτήν εξαιρετικά ρυπογόνα λύματα. Μέχρι και σήμερα, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για να παραχθεί ελαιόλαδο, κυρίως σε περιοχές που το νερό δεν βρίσκεται τόσο εύκολα ή είναι πολύτιμο (Demicheli, M., and Bontoux, L., 1996).

Όσον αφορά τη συνεχή μέθοδο, πρόκειται σαφώς για μία μέθοδο με τα θετικά και αρνητικά της, ωστόσο στην περίπτωση αυτή υπάρχουν φυγόκεντροι διαχωριστήρες σε οριζόντια διάταξη, οι οποίοι είναι σε θέση να προωθούν την αδιάκοπη λειτουργία στη διαδικασία παραγωγής. Στην περίπτωση αυτή τα σημαντικότερα θετικά είναι η αυξημένη παραγωγικότητα, η μείωση του κόστους εργασίας, τα μικρά σε μέγεθος ελαιοτριβεία και οι εγκαταστάσεις τους, ο καλύτερος και πιο εύκολος τρόπος να αυτοματοποιηθούν οι εργασίες, αλλά και ο άμεσος έλεγχός της. Το βασικό αρνητικό όμως είναι το μεγάλο κόστος του κεφαλαίου, το οποίο έρχεται σε αντίθεση με το κόστος που έχει η διαδικασία των πιεστηρίων (FAIR CT96–1420, 2000).

Από τις μεθόδους φυγοκέντρωσης δύο και τριών φάσεων δημιουργούνται απόβλητα στερεάς μορφής τα οποία ωστόσο είναι πολύ πλούσια σε υγρασία. Στην τριφασική μέθοδο η υγρασία ανέρχεται σε ποσοστό 30 με 50%, ενώ στην διφασική το ποσοστό αυτό αγγίζει μέχρι και το 70%, ενώ τα συγκεκριμένα απόβλητα εμπεριέχουν και ένα πολύ μικρό ποσοστό ελαιόλαδου της τάξεως του 2 με 4%. Η εξαιρετικά υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία των στερεών αποβλήτων που παράγονται με τη διφασική μέθοδο είναι αποτρεπτική και δεν καθίσταται εύκολη η παραλαβή του ελαιόλαδου που

έχει απομείνει σε αυτά, αλλά ούτε και η χρήση του πυρηνόξυλου, δηλαδή του στερεού υπολείμματος, ως καύσιμο εξαιτίας του ίδιου λόγου, γεγονός που δεν ισχύει όμως στην περίπτωση της τριφασικής μεθόδου, όπου κάτι τέτοιο είναι εφικτό. Ωστόσο, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο η μέθοδος των τριών φάσεων απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να μην δημιουργούν μεγάλα ποσοστά υγρασίας στα στερεά απόβλητα, δημιουργούν ωστόσο τεράστιους όγκους υγρών αποβλήτων, γεγονός που θέτει την εν λόγω μέθοδο υπό εξέταση αν όχι υπό αμφισβήτηση, αν αναλογιστεί κανείς πως παράγει (Bayram, A., and Dumanoglu, 2002). Η μέθοδος τριών φάσεων παράγει περίπου όγκους αποβλήτων τρεις φορές μεγαλύτερους από την κλασική μέθοδο των πιεστηρίων. Επί παραδείγματι, η παραγωγή ελαιόλαδου μέσω της μεθόδου των πιεστηρίων που ανέρχεται στον ένα τόνο παράγει περίπου 0,4 – 0,6 m³ λυμάτων, ενώ με την τριφασική μέθοδο η παραγωγή ελαιόλαδου, ίδιας ποσότητας, το ποσοστό των λυμάτων ανέρχεται στο 1,0 – 1,2 m³. Ωστόσο, υπάρχει μία σημαντική ειδοποιός διαφορά: τα απόβλητα που παράγονται με την μέθοδο των πιεστηρίων έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ρύπους σε σχέση με εκείνα που παράγονται μέσω της τριφασικής μεθόδου. Με τη μέθοδο των δύο φάσεων παράγονται, όσον αφορά τον όγκο, πολύ λιγότερα λύματα, η προέλευση των οποίων είναι κυρίως κατά την προετοιμασία του ελαιόκαρπου το πλύσιμο και το καθάρισμα, με τη μέθοδο αυτή να θεωρείται από τους περισσότερους ειδικούς η πιο οικολογική εκ των τριών, που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίματα. Ο λόγος είναι η πολύ μικρή ανάγκη νερού, αλλά και η ελάχιστη ενέργεια που ξοδεύεται κατά την παραγωγή του ελαιόλαδου, ενώ έχει συγκριτικά με τις άλλες χαμηλότερο ρυπογόνο φορτίο. Στην περίπτωση αυτή, ωστόσο, προκύπτει ένα άλλο θέμα, όσον αφορά στα μεικτά απόβλητα, δηλαδή τα στερεά – υγρά, καθώς δεν έχει εξευρεθεί ακόμα τρόπος διάθεσής τους. Αν και η ποσότητα των συγκεκριμένων αποβλήτων είναι πολύ μικρότερη, η επεξεργασία τους είναι αρκετά δύσκολη, ενώ δεν μπορεί να αποσπαστεί το στερεό του μέρος έτσι ώστε να αποσταλεί προς περαιτέρω επεξεργασία σε εγκαταστάσεις πυρηνελογυργείων.

Όπως προαναφέρθηκε η διφασική μέθοδος έχει περάσει ως η πιο οικολογική από τις τρεις μεθόδους επεξεργασίας, καθώς με αυτήν τα απόβλητα που παράγονται περιέχουν χαμηλότερα ποσοστά BOD₅, ενώ παράλληλα παράγονται και πολύ μικρότερες ποσότητες υγρών αποβλήτων, με την επεξεργασία τους να μην είναι πολύ



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

εύκολη. Με τη μέθοδο αυτή ωστόσο, παράγεται μεγάλο ποσοστό στερεών αποβλήτων, στα οποία εμπεριέχονται υψηλά ποσοστά υγρασίας. Το πρόβλημα εδώ είναι πως στην Ελλάδα δεν υπάρχουν οι κατάλληλες εγκαταστάσεις έτσι ώστε να είναι εφικτή η περαιτέρω επεξεργασία του στερεού αυτού υπολείμματος για την εξαγωγή των εναπομεινάντων ποσοστών ελαιόλαδου.

Από την άλλη, σε μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στα προερχόμενα από το σύστημα τριών φάσεων απόβλητα, ο δείκτης πικρότητας ήταν εξαιρετικά μικρός, γεγονός που καταμαρτυρά πως ο τεράστιος όγκος του χρησιμοποιούμενου νερού επηρεάζει και το ελαιόλαδο.

Ο βασικότερος σκοπός λοιπόν της χρήσης της μεθόδου των δύο φάσεων, η οποία εμφανίστηκε αρχικά στην Ισπανία, ήταν να περιορίσει -έως έναν βαθμό- το πολύ υψηλό κόστος της επεξεργασίας, αλλά και της διάθεσης των αποβλήτων που είχε η τριφασική μέθοδος. Η μέθοδος δύο φάσεων βρήκε άμεσα θετική ανταπόκριση και μάλιστα δόθηκαν και αρκετές επιχορηγήσεις από κρατικά κονδύλια για να προβούν τα ελαιοτριβεία σε εγκατάσταση των μηχανημάτων. Η μέθοδος αυτή γρήγορα κέρδισε πολύ έδαφος και σε άλλες χώρες, κυρίως Μεσογειακές, οι οποίες έχουν την πρωτοκαθεδρία στην παραγωγή του ελαιόλαδου.

Πιο συγκεκριμένα πρέπει να αναφερθεί πως το διφασικό σύστημα είναι πολύ πιο οικονομικό σε σχέση με το τριφασικό, καθώς απαιτεί χαμηλότερο κόστος κεφαλαίου, κατά 25% περίπου, ενώ κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας εξοικονομείται περισσότερο νερό και ενέργεια (τα ποσοστά ανέρχονται σε 80% και 20% αντίστοιχα). Παράλληλα, από τη διφασική μέθοδο δημιουργείται ένα μείγμα στερεού και υγρού απόβλητου, στο οποίο εμπεριέχονται πολύ υψηλά ποσοστά υγρασίας, που ξεπερνούν σε πολλές περιπτώσεις και το 60%, ενώ ένα 3% είναι ελαιόλαδο.

Πρέπει να σημειωθεί κλείνοντας, πως τα περισσότερα ελαιοτριβεία μικρής κλίμακας δεν βλέπουν ως θετική την αλλαγή από την διφασική στη τριφασική μέθοδο εξαγωγής ελαιόλαδου και αρνούνται να την πραγματοποιήσουν, ειδικά σε ορισμένες περιοχές στις οποίες δεν υπάρχει οποιοδήποτε πρόβλημα με το νερό. Δεν είναι λίγοι οι παραγωγοί που πιστεύουν πως προκειμένου να παραχθεί μίας εξαιρετικής ποιότητας ελαιόλαδο είναι απαραίτητη η προσθήκη μίας συγκεκριμένης ποσότητας νερού. Πρέπει σε αυτό να προστεθεί και πως οι περισσότερες εγκαταστάσεις διαθέτουν διφασικό

εξοπλισμό και η αλλαγή του απαιτεί κόστος, με αποτέλεσμα πολλοί παραγωγοί να αρνούνται αυτήν την μετατροπή, παρόλο που δεν υπάρχει κανένα νομικό κώλυμα, μιας και είναι και νομικά επιτρεπτή αλλά και εύκολη (Bonazzi, M., 1996. Cabrera F., Lopez R., Martinez-Bordiu A., Dupuy de Lome E. & Murillo J.M., 1996).

2.3.6. Χαρακτηρισμός αποβλήτων

Όσον αφορά τώρα στο χαρακτηρισμό των αποβλήτων σε ένα παγκόσμιο επίπεδο αυτό είναι κάτι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί για πολλούς και διαφορετικούς λόγους που θα προσπαθήσουμε να επεξηγήσουμε αδρομερώς στη συνέχεια. Αφενός όταν αναφερόμαστε στα ποιοτικά χαρακτηριστικά που έχουν τα απόβλητα δεν έχει καθιερωθεί μία συγκεκριμένη-τυποποιημένη ορολογία για αυτά, με αποτέλεσμα να υπάρχουν διαφορετικοί όροι που χρησιμοποιούνται όχι μόνο σε κάθε χώρα, αλλά και σε διαφορετικές περιοχές ή σε διαφορετικές εγκαταστάσεις. Έτσι, παρουσιάζεται πολυγλωσσία στους όρους που αναφέρονται στα απόβλητα που προκύπτουν από τη διαδικασία παραγωγής ελαιόλαδου. Παρόλο αυτά, πιο διαδεδομένο είναι να χρησιμοποιούνται όροι της περιβαλλοντικής μηχανικής.

Η αρχή του διαχωρισμού των αποβλήτων, όσον αφορά το είδος αλλά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, γίνεται με τις διευκρινίσεις στη μέθοδο παραγωγής του ελαιόλαδου, καθώς, όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, από την κάθε μία εκ των τριών πιο διαδεδομένων μεθόδων, παράγονται διαφορετικού όγκου υγρά απόβλητα, που φέρουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και έχουν διαφορετική σύνθεση.

Οι διαφορές που έχουν μεταξύ τους ποικίλουν, τόσο όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά όσο και στα ποσοτικά. Επί παραδείγματι, στα διφασικά συστήματα μεταξύ 50 και 700 L ανά τόνο συμπιεσμένου ελαιόκαρπου, τα ποσοστά του οξυγόνου που απαιτείται χημικά αλλάζουν και οι συγκεντρώσεις τους ανέρχονται σε 50 έως και 90 g/L ΥΑΕ, ενώ για τα τριφασικά συστήματα τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά κυμαίνονται από 900 έως και 1500 L ανά τόνο επεξεργασμένου ελαιόκαρπου και 50 έως 90 g/L αντιστοίχως.



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

Εν συνεχεία θα αναφερθούμε επιγραμματικά στις βασικότερες παραμέτρους που επεμβαίνουν και καθορίζουν τόσο τη σύσταση και τη μορφή των αποβλήτων, όσο και τον όγκο τους:

1. Η ποικιλία του δέντρου της ελιάς και του ελαιόκαρπου
2. Οι διαφορές των εδαφικών και των κλιματικών συνθηκών στην εκάστοτε περιοχή του δέντρου
3. Η χρήση λιπασμάτων ή φυτοφαρμάκων, εάν και εφόσον έχει γίνει χρήση ή αν έχουν μείνει υπολείμματα αυτών
4. Το στάδιο κατά το οποίο γίνεται η συγκομιδή
5. Το χρονικό διάστημα που αποθηκεύεται έπειτα από τη συγκομιδή μέχρι και τη στιγμή της επεξεργασίας της
6. Η μέθοδος επεξεργασίας που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του ελαιόλαδου
7. Ο τρόπος που γίνεται το πλύσιμο του ελαιόκαρπου και η ποσότητα του νερού που δαπανάται, καθώς και οι πρακτικές που ακολουθούνται από το εκάστοτε ελαιοτριβείο

Όλα όσα προαναφέρθηκαν μαρτυρούν τη δυσκολία που συναντάται όσον αφορά τις προσπάθειες που έχουν γίνει κατά καιρούς για την σχεδίαση και τη χρήση μίας μεθόδου που θα μπορεί να εφαρμοστεί συλλήβδην για τρόπο διάθεσης των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία, κυρίως των στερεών και των υγρών, στα οποία εντοπίζεται και το μεγαλύτερο πρόβλημα. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να γίνουν εκτεταμένες έρευνες και να εφαρμοστούν νόμοι και κανόνες σε όλα τα ελαιοτριβεία της χώρας, έτσι ώστε να μειωθούν οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται από περιοχή σε περιοχή, να μην υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις στα χαρακτηριστικά τουλάχιστον των μεθόδων, καθώς τα χαρακτηριστικά της φύσης, όπως το έδαφος και το κλίμα, είναι κάτι το οποίο σίγουρα δεν μπορεί να μην λαμβάνεται υπόψιν. Ωστόσο, οι παραγωγικές συνήθειες θα πρέπει να μην διαφοροποιούνται, να μην παρατηρούνται σε αυτές ριζικές αλλαγές, έτσι ώστε να είναι εφικτός ένας κεντρικός σχεδιασμός διαχείρισης του προβλήματος.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί πως καθοριστικό ρόλο στη διαφορές και στις διακυμάνσεις που παρατηρούνται στις έρευνες παίζει και η δειγματοληπτική πρακτική, καθώς οι λήψεις των δειγμάτων γίνονται από διαφορετικά σημεία, περιοχές,



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

επιφανειακό βάθος, αλλά και διαφορετικές χρονικές περιόδους (Bonazzi, M., 1996.
Cabrera F., Lopez R., Martinez-Bordiu A., Dupuy de Lome E. & Murillo J.M., 1996).

2.4. Νομοθετικό Πλαίσιο

Τόσο το μέγεθος του συγκεκριμένου προβλήματος, όσο και οι πολύ σημαντικές προσπάθειες που γίνονται τα τελευταία χρόνια από τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για συγκεκριμένη πολιτική έναντι των περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχουν καταστήσει αναγκαίες ορισμένες νομοθετικές ρυθμίσεις και μεταρρυθμίσεις που σχετίζονται με τα βιομηχανικά απόβλητα και τη διαχείρισή τους. Παρόλο που η Λεκάνη της Μεσογείου είναι το βασικότερο σημείο της Ευρώπης που αναπτύσσεται το δέντρο της ελιάς και παράγεται το ελαιόλαδο μέχρι στιγμής δεν υπάρχει ένα οργανωμένο σχέδιο και ένα κοινό πλάνο που να περιλαμβάνει όλες τις ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου και να προτείνει συγκεκριμένες οδηγίες και όρια σχετικά με τα απόβλητα των ελαιολιτριβείων.

Όσον αφορά την Ελλάδα τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει καταστεί αρκετά δύσκολη η θεσμοθέτηση που αφορά τα όρια απόρριψης των επεξεργασμένων αποβλήτων από τα ελαιολιτριβεία, κυρίως εκείνα που αφορούν τα υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς όπως προαναφέρθηκε και οι μονάδες παραγωγής είναι εξαιρετικά μικρής κλίμακας αλλά και δεν βρίσκονται συγκεντρωμένες κάπου, με αποτέλεσμα η γεωμορφολογική σύσταση της Ελλάδας να μην βοηθά. Ο νόμος στον οποίο υπάγεται το όλο ζήτημα της διαχείρισης των αποβλήτων από τα ελαιολιτριβεία είναι ο 1650/86 για τη «Προστασία του περιβάλλοντος». Σκοπός του εν λόγω νόμου είναι «η θέσπιση θεμελιωδών κανόνων και η καθιέρωση κριτηρίων και μηχανισμών για την προστασία του περιβάλλοντος, έτσι ώστε ο άνθρωπος, ως άτομο και ως μέλος του κοινωνικού συνόλου, να ζει σε ένα υψηλής ποιότητας περιβάλλον, μέσα στο οποίο να προστατεύεται η υγεία του και να ευνοείται η ανάπτυξη της προσωπικότητάς του. Η προστασία του περιβάλλοντος, θεμελιώδες και αναπόσπαστο μέρος της πολιτιστικής και αναπτυξιακής διαδικασίας και πολιτικής, υλοποιείται κύρια μέσα από το δημοκρατικό προγραμματισμό».

Σύμφωνα λοιπόν με τον συγκεκριμένο νόμο τα ελαιολιτριβεία της χώρας είναι υποχρεωμένα να τοποθετούν τεχνολογίες με σκοπό την απορρύπανση είτε είναι στα

αέρια, είτε είναι στα υγρά απόβλητα, ενώ πρέπει σε τακτά χρονικά διαστήματα Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Συγκεκριμένα λοιπόν, μετά από τροποποίηση του νόμου το 2016 τα απόβλητα των ελαιοτριβείων θα πρέπει να υπόκεινται αφενός σε προκαταρκτική επεξεργασία, κατά την οποία θα πρέπει να γίνονται:

- Αφενός απολίπανση αλλά και καθίζηση σε πρώτο βαθμό, δηλαδή να παραμένουν για τρεις ώρες το λιγότερο σε στεγανοποιημένη ειδική δεξαμενή
- Ειδική επεξεργασία και εξουδετέρωση (με 5kg Ca(OH)₂ /tn επεξεργαζόμενης ελιάς ή 2 %) σε παρόμοια δεξαμενή με αυτή που αναφέρθηκε προηγουμένως είτε σε άλλη δεξαμενή εδάφους. Επιπροσθέτως σύμφωνα με νόμο του 2011 (3982/2011) αν δεν γίνει η εν λόγω διαδικασία τότε θα πρέπει να γίνει ειδική αποθήκευση των υγρών αποβλήτων σε ειδική δεξαμενή.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τις δεξαμενές εδάφους:

- Οι δεξαμενές αυτές θα πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον τριακοσίων μέτρων είτε από τα όρια των τριγύρω οικισμών, είτε από παρακείμενες κατοικίες. Αυτά περιλαμβάνουν τόσο και περιοχές τουρισμού (τουριστικές ζώνες), αλλά και περιοχές με συχνή παρουσία ανθρώπων, όπως είναι οι εθνικές οδοί ή οποιαδήποτε άλλη θεσμοθετημένη περιοχή ειδικού ενδιαφέροντος.
- Παράλληλα πρέπει επίσης να βρίσκεται σε χώρο που απέχει τουλάχιστον 100 μέτρα είτε από επαρχιακούς δρόμους είτε από τα όρια παραλιών.
- Θα πρέπει να δημιουργείται περιμετρική περίφραξη ύψους τουλάχιστον ενάμιση μέτρου, καθώς και να φυτεύονται περιμετρικά δέντρα αλλά και να υπάρχει ανάχωμα
- Πρέπει η συγκεκριμένη δεξαμενή να έχει κατασκευαστεί με ειδικά στεγανά και να βρίσκεται σε απόσταση τουλάχιστον διακοσίων μέτρων από πηγές που παρέχουν πόσιμο νερό άρδευσης ή από υδατορέματα.
- Τέλος, οι διαστάσεις που θα έχει αυτή η δεξαμενή εδάφους θα πρέπει να υπολογίζονται αφού προηγουμένως θα έχει ληφθεί υπόψιν η κατά μέσο όρο αναλογία ελαιόλαδο/υγρό απόβλητο, η οποία είναι 1 m³ /4 m³ . Το βάθος της



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

δεξαμενής αυτής σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υπερβαίνει το ενάμιση μέτρο, ενώ η υψηλότερη τιμή της στάθμης των υγρών αποβλήτων που θα εμπεριέχονται σε αυτή δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 80% του βάθους της.

Κεφάλαιο 3^ο

Μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων από την παραγωγή ελαιόλαδου

3.1 Βασικές Μέθοδοι Διαχείρισης των Αποβλήτων

Όπως αναλύθηκε εκτενώς και στα προηγούμενα κεφάλαια, τα διαφορετικά είδη των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία, ο μεγάλος όγκος τους, αλλά και η έλλειψη γνώσεων σχετικών με τον σωστότερο τρόπο διαχείρισής τους έχουν δημιουργήσει πολύ σημαντικά προβλήματα, καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη εξεύρεσης μίας κοινής πολιτικής για την εφαρμογή ενός τρόπου μέσω του οποίου θα αξιοποιούνται τα απόβλητα ή θα σταματήσουν να αποτελούν άμεση επιβάρυνση της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Στις μέρες μας δεν είναι λίγες οι χώρες που πρωτοστατούν στην παραγωγή ελαιόλαδου, κυρίως οι μεσογειακές, που καλούνται να αντιμετωπίσουν άμεσα την πρόκληση της διαχείρισης των αποβλήτων, τα οποία είναι σε τεράστιες ποσότητες. Αν και η παραγωγή αποβλήτων σε ετήσιο επίπεδο κυμαίνεται ανάμεσα στα 7 με 30 εκ. m³, φαίνεται πως σε σύγκριση με άλλων ειδών απόβλητα, όπως είναι εκείνα των αστικών λυμάτων για παράδειγμα, η παραγωγή τους είναι εξαιρετικά μικρότερη ποσοτικά, ενώ παράλληλα δεν είναι για όλο το χρόνο, μιας και τα ελαιοτριβεία λειτουργούν κυρίως μόνο κατά τους μήνες Νοέμβριο με Φεβρουάριο. Παρόλα αυτά, όπως είδαμε, η συμβολή τους στην περιβαλλοντική ρύπανση δεν είναι διόλου αμελητέα, γεγονός για το οποίο είναι κυρίως υπεύθυνη η ιδιαίτερη χημική σύνθεση που έχουν, καθώς και ορισμένα θέματα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της παραγωγής τους.

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων έχουν ιδιαίτερη σύσταση λοιπόν και αποτελούνται από ένα κράμα διαφόρων φυτικών υγρών, μαλακών ιστών που εμπεριέχονται στον ελαιόκαρπο, όπως επίσης και μεγάλες ποσότητες νερού, το οποίο



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

είχε προστεθεί κατά τη διάρκεια των διαφορετικών σταδίων της παραγωγής του ελαιόλαδου, είτε για την πλύση και τον διαχωρισμό του ελαιόκαρπου, για τη διαδικασία της φυγοκέντρωσης, αλλά και για την πλύση των μηχανημάτων και των εγκαταστάσεων. Επιπροσθέτως, σε αυτά εμπεριέχονται και άλλα στοιχεία, όπως μία χαμηλή σε περιεκτικότητα μάζα ελαιόπολλου, πηκτίνες, διάφορα κολλώδη υγρά, αλλά και ορισμένα συστατικά, τα οποία όλα μαζί δημιουργούν ένα ιδιαίτερο και σχετικά σταθερό γαλάκτωμα.

Όλα τα προηγούμενα χρόνια έχουν γίνει αρκετές και εκτεταμένες προτάσεις και προσπάθειες ώστε να εφαρμοστούν διάφορες διαδικασίες που θα αλλάξουν τις μεθόδους με τη χρήση νέων τεχνολογιών με σκοπό την καλύτερη επεξεργασία τους και την αξιοποίησή τους για διάφορους σκοπούς ή τη μείωση των ρύπων τους πριν πεταχτούν. Παρόλα αυτά όλες αυτές οι προτάσεις έχουν σημαντικά κενά και μειονεκτήματα, τα οποία είτε δεν μπορούν να εφαρμοστούν πρακτικά, και παραμένουν μόνο σε ακαδημαϊκό – θεωρητικό επίπεδο, είτε το κόστος της εφαρμογής τους είναι απαγορευτικό για τα ελαιοτριβεία, ως μικρές επιχειρηματικές μονάδες. Ως και σήμερα είναι πολύ μικρή η πρόοδος που έχει επιτευχθεί στην εξεύρεση και την εφαρμογή μιας καθολικής λύσης, η οποία θα είναι και οικονομικά εύκολο να γίνει δεκτή από τους παραγωγούς των ελαιοτριβείων, αλλά παράλληλα να μην είναι και επιβαρυντική για το περιβάλλον.

Παρόλα αυτά, τα συστατικά που εμπεριέχονται στα απόβλητα, τα οποία έχουν μεγάλο οργανικό φορτίο αλλά και τοξίνες, καθιστούν άμεση και επιτακτική τη προσπάθεια διαχείρισής τους και της εξεύρεσης μίας λύσης συμφέρουσας και άμεσα εφαρμόσιμης. Τα προβλήματα που συναντούν οι ερευνητές σε αυτό είναι κυρίως η εποχιακή λειτουργία των ελαιοτριβείων, καθώς πολλοί είναι εκείνοι που θεωρούν πως η μη λειτουργία τους όλον το χρόνο δεν χρήζει ζητημάτων προς επίλυση. Ωστόσο, η εποχιακή λειτουργία σαφώς παίζει καθοριστικό ρόλο, καθώς θα πρέπει να είναι ευέλικτη και προσαρμόσιμη ώστε να μη χρειάζεται ένας διαρκώς επαναλαμβανόμενος τρόπος λειτουργίας, για να μην χρειάζονται τα απόβλητα αυτά αποθήκευση.

Το οικονομικό ζήτημα στη συγκεκριμένη περίπτωση των αποβλήτων δεν είναι διόλου αμελητέο καθώς τα ελαιοτριβεία είναι οικογενειακές και μικρές, σε σύγκριση με άλλες, επιχειρήσεις, που λειτουργούν διάσπαρτα στον ελλαδικό χώρο, στις περιοχές

όπου φύτεται το δέντρο της ελιάς, και φυσικά δεν μπορούν να αντέξουν το κόστος ενός ακριβού εξοπλισμού.. Οι συνηθισμένες πρακτικές που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο ωστόσο δεν είναι κατάλληλες για το περιβάλλον και δημιουργούν πολλά προβλήματα, τόσο στο έδαφος όσο και σε λίμνες, ποτάμια ή θάλασσες. Εν συνεχεία θα αναφερθούμε στις βασικότερες επιλογές που υπάρχουν αυτή τη στιγμή, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα από τα ελαιοτριβεία, μεταξύ των οποίων είναι ορισμένες φυσικές, χημικές και βιολογικές τεχνολογίες άμεσα αξιοποιήσιμες.

3.2. Μεθοδολογία προσέγγισης στην διαχείριση των αποβλήτων

Τα τελευταία χρόνια, έτσι όπως έχουν εξελιχθεί οι προσπάθειες για εξεύρεση λύσης για μία ενιαία λύση, η πολιτική των χωρών έχει στηριχθεί σε 4 βασικούς άξονες-στύλους, οι οποίοι μπορούν να συνοψιστούν στους ακόλουθους:

- **Μείωση ή εξάλειψη των αποβλήτων:** Έχουν γίνει ανά τα χρόνια δράσεις προς βελτίωση των εργασιών που γίνονται για την επεξεργασία της ελιάς, με σκοπό να προληφθεί η δημιουργία αποβλήτων ή ακόμη και να εξαλειφθούν.
- **Ανακύκλωση:** Ίσως από τις βασικότερες προτάσεις που έχουν γίνει είναι αυτή της επαναχρησιμοποίησης ορισμένων υλικών που εμπεριέχονται στα απόβλητα, έτσι ώστε να ανακυκλώνονται και να μην αποτελούν περιβαλλοντικό παράγοντα επιβάρυνσης, αλλά να χρησιμεύουν είτε άμεσα στη γεωργική παραγωγή είτε έμμεσα.
- **Ανάκτηση Ενέργειας & Υλικών:** Συχνά έχει προταθεί το ενδεχόμενο της έμμεσης ανάκτησης ορισμένων υλικών, κυρίως της ενέργειας εκείνης που εμπεριέχεται στα απόβλητα, ενώ εκ παραλλήλου χρήζουν και βελτίωσης οι συνθήκες της θερμικής τους επεξεργασίας. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται κατά πολύ η ρύπανση που προξενεί το κάψιμο των αποβλήτων.

- **Υγειονομική Ταφή:** Είναι εφικτό να πραγματοποιείται υγειονομική ταφή στα απόβλητα ή στα υπολείμματά τους, από διεργασίες ανάκτησης με καλύτερευση των όρων της τελικής τους διάθεσης. Παρόλα αυτά για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να υπάρξουν συγκεκριμένοι όροι και προδιαγραφές, όπως να κατασκευαστούν ειδική χώροι υγειονομικής ταφής και να τηρούνται συγκεκριμένες πρακτικές για την ταφή των αποβλήτων. Επιπλέον, θα πρέπει να γίνεται πολύ συχνά έλεγχος των χώρων, ενώ παράλληλα θα πρέπει να μειωθεί το βιοαποδομήσιμο οργανικό υλικό το οποίο διατίθεται στο τέλος (Μαρία Λοϊζίδου, 2006).

Ας δούμε λοιπόν, λίγο πιο αναλυτικά τους 4 άξονες που αναφέρθηκαν. Όσον αφορά το πρώτο σκέλος, αυτό της μείωσης και της εξάλειψης των αποβλήτων εν τη γενέσει τους, δηλαδή να υπάρξει κάποια πρόβλεψη ώστε να γίνεται η διαχείρισή τους τη στιγμή της δημιουργίας τους, πρέπει να πούμε πως είχαν γίνει προσπάθειες για ορισμένες πρακτικές επάνω σε αυτό το ζήτημα και είχε παρουσιαστεί κάποια πρόοδος, η οποία αφορούσε την εισαγωγή της διφασικής φυγόκεντρης μεθόδου. Η εφαρμογή της φυγόκεντρης μεθόδου δύο φάσεων έχει εξαιρετικά θετικά αποτελέσματα και αντιμετωπίζει το πρόβλημα χτυπώντας προς δύο διαφορετικές κατευθύνσεις: αφενός μικραίνει κατά πολύ τις ποσότητες των υγρών αποβλήτων που παράγονται στα ελαιοτριβεία και αφετέρου τα χαρακτηριστικά των ελάχιστων που παράγονται είναι σαφώς πιο ποιοτικά, καθώς δεν έχουν τόσο ρυπογόνο φορτίο, μειώνοντας την επιβαρυντική τους δράση προς το περιβάλλον.

Παρόλα αυτά, από τη συγκεκριμένη διαδικασία παράγεται ένα σχετικά νέο παραπροϊόν σε στερεή μορφή, το οποίο φέρει συγκεκριμένα, ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και δυσκολεύει κατά πολύ την εφαρμογή των μεθόδων που βρίσκονται αυτή τη στιγμή εν ενεργεία, σχετικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία. Παρόλα αυτά, έχουν επιτευχθεί σημαντικά βήματα, κυρίως στον ερευνητικό τομέα που σχετίζεται με τη διαχείριση αυτών των ιδιόμορφων στερεών αποβλήτων, ενώ μάλιστα σε ορισμένες χώρες του εξωτερικού έχει ξεκινήσει ήδη πειραματικά η εφαρμογή της



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

μεθόδου και έχουν δημιουργηθεί οι πρώτες εγκαταστάσεις με σκοπό τη διαχείριση και την επεξεργασία του (Μαρία Λοϊζίδου, 2006).

Οι επόμενες δύο προτάσεις που αναφέρθηκαν, οι οποίες σχετίζονται με την ανάκτηση προϊόντων, καθώς και με την ανάκτηση της ενέργειας, έχουν γίνει προσπάθειες, κυρίως την τελευταία δεκαετία, ώστε να εφαρμοστούν και μάλιστα εν μέρει να μπορούν να εφαρμοστούν ταυτόχρονα. Η τριφασική μέθοδος παραγωγής ελαιόλαδου αλλά και η παραδοσιακή με τα πιεστήρια, δημιουργούν μεγάλο όγκο στερεών αποβλήτων, τα οποία τα χρησιμοποιούν προκειμένου να εξάγουν από αυτά το εναπομείναν ελαιόλαδο, δηλαδή το πυρηνέλαιο, ορισμένα λίπη τα οποία αξιοποιούνται ιδιαίτερος στη σαπωνοποιία, αλλά και να παράγουν τον ελαιοπυρήνα, ο οποίος χρησιμοποιείται ως καύσιμο υλικό. Το πρόβλημα στις περιπτώσεις αυτές ωστόσο σχετίζεται με τα υγρά απόβλητα και όχι τόσο με τα στερεά, καθώς με τις μεθόδους αυτές παράγεται ένας αρκετά μεγάλος όγκος υγρών αποβλήτων (Μαρία Λοϊζίδου, 2006).

Το τέταρτο και τελευταίο στάδιο είναι εκείνο που παρουσιάζει τις περισσότερες προοπτικές τα τελευταία χρόνια, αλλά και εκείνο που έχει τα περισσότερα προβλήματα κατά τη διάρκεια της πρακτικής εφαρμογής του. Παρόλα αυτά επειδή το φαινόμενο έχει προσωρινή δράση, αλλά και επειδή τα απόβλητα χρήζουν ταχύτατης διάθεσης, καθώς ο τεράστιος όγκος που παράγεται πρέπει άμεσα να τοποθετηθεί κάπου ή να αξιοποιηθεί, η προσπάθεια εφαρμογής του δεν ήταν όσο επιτυχημένη θα έπρεπε και λειτούργησε με τρόπο στρεβλό, θα λέγαμε. Για τον λόγο αυτό και τα απόβλητα δεν διατείνονταν για χρόνια παρά μόνο σε χώρους που έβλαπταν το περιβάλλον και ήταν εύκολο να εντοπιστούν από τους ελαιοπαραγωγούς, όπως είναι οι χείμαρροι, τα ξερά ρέματα, οι θάλασσες, οι λίμνες, αλλά και ελεύθερα σε υπαίθριους σκουπιδότοπους, προκειμένου να ξεφορτωθούν άμεσα τον τεράστιο όγκο των αποβλήτων.

Αυτό ωστόσο, τις δύο τελευταίες δεκαετίες κυρίως, έχει αλλάξει άρδην, εξαιτίας των νέων νομικών πλαισίων σχετικά με τη διαχείριση και διάθεση των αποβλήτων. Οι νόμοι έχουν αυστηροποιηθεί αρκετά σε σχέση με τη διαχείριση των αποβλήτων, έχοντας επιτευχθεί μεγάλη πρόοδος που αφορά και το στάδιο της ανάκτησης των υλικών, αλλά και το στάδιο της υγειονομικής ταφής.



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

Παράλληλα, οι προτάσεις που αφορούν τη διαχείρισή τους με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος σχετίζονται με μεθόδους ανάκτησης χρήσιμων συστατικών, κυρίως των φαινολικών -πρόκειται για αντιοξειδωτικά, τα οποία έχουν διάφορες εφαρμογές- αλλά και άλλων προϊόντων που η ανακύκλωσή τους μπορεί να γίνει άμεσα και γρήγορα, όπως είναι τα εδαφοβελτιωτικά και τα λιπάσματα. Εν μέρει έχουν γίνει προσπάθειες προκειμένου να εφαρμοστούν οι εν λόγω προτάσεις, χωρίς όμως αυτό να έχει επιτευχθεί καθολικά (Μαρία Λοϊζίδου, 2006).

Τέλος, πρέπει να αναφερθούμε και στις προσπάθειες που έχουν γίνει ώστε να βρεθούν και να αναπτυχθούν διάφορες μέθοδοι με σκοπό την αποτοξικοποίηση αλλά και τη μείωση του βιοαποικοδομήσιμου οργανικού φορτίου, έτσι ώστε να βελτιωθούν αποτελεσματικά τα χαρακτηριστικά της τελικής διάθεσης. Παρόλο που οι μελέτες εστιάζουν ολοένα και περισσότεροι στην εξεύρεση λύσεων που θα αντιμετωπίζουν το πρόβλημα στη ρίζα του και θα είναι παράλληλα και συμφέρουσες για τους παραγωγούς του ελαιόκαρπου δεν έχει δοθεί ακόμα μία πρόταση που θα μπορούσε να αντιμετωπίσει το πρόβλημα καθολικά και δεν θα απαιτούσε την πολύ υψηλή δαπάνη κεφαλαίων. Παράλληλα, ο συνδυασμός ορισμένων μεθόδων που πιστεύεται ότι θα βοηθούσε περιπλέκει ακόμη περισσότερο τις διαδικασίες με αποτέλεσμα καμία λύση προς το παρόν να μη θεωρείται σωστή για το περιβάλλον αλλά και να καθιστά την επιχείρηση βιώσιμη (Μαρία Λοϊζίδου, 2006).

Στα επόμενα κεφάλαια θα αναφερθούμε εκτενώς στις διάφορες μεθόδους επεξεργασίας που έχουν προταθεί και εφαρμοστεί και θα αναλύσουμε τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα καθεμιάς εξ αυτών.

3.3. Βασικότερες Μέθοδοι προεπεξεργασίας

Η μέθοδος της προετοιμασίας στα απόβλητα των ελαιοτριβείων, κυρίως στα υγρά, είναι πολύ απαραίτητη και εξαιρετικά χρήσιμη αρχή πριν ξεκινήσει η εφαρμογή της εκάστοτε μεθόδου επεξεργασίας και του ελαιόκαρπου, αλλά και των αποβλήτων αργότερα. Για ορισμένες από τις ιδιότητες που διαθέτουν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων, όπως είναι κάποιες θρεπτικές ουσίες, η τοξικότητα και φυσικά ο δείκτης του pH τους, θα πρέπει να προβούν οι ελαιοπαραγωγοί σε ρυθμίσεις πριν, για παράδειγμα, την αναερόβια χώνευση. Οι μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων καθορίζονται από πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα η ποσότητα που καταλαμβάνουν τα στερεά απόβλητα επί του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται. Έτσι, βάσει αυτού μπορούμε να πούμε πως έχουμε τρεις βασικές μεθόδους προετοιμασίας τους που είναι οι ακόλουθες:

1. Οι φυσικές μέθοδοι
2. Η φυσικοχημική προεργασία
3. Ο διαχωρισμός φάσεων και η αραίωση

Για κάθε μία περίπτωση πρέπει να εφαρμόζονται και διαφορετικές μέθοδοι προκατεργασίας, έτσι ώστε να είναι θετικά τα αποτελέσματα και προκειμένου να απαλλαγούν τα απόβλητα από διάφορες ανασταλτικές ουσίες, μεταξύ των οποίων είναι και τα έλαια και οι πολυφαινόλες, οι οποίες λειτουργούν ως ανασταλτικός παράγοντας ως προς την αποτελεσματικότητα των μεθόδων επεξεργασίας. Βασική μέθοδος είναι εκείνη της υπερδιήθησης. Πρόκειται για μία μέθοδο προεπεξεργασίας, μέσω της οποίας κατορθώνεται να μειωθεί σε αισθητό βαθμό το οξυγόνο COD που απαιτείται, ενώ αφαιρεί το μεγάλο τμήμα των λιπιδίων και των πολυφαινόλων που εμπεριέχονται στα απόβλητα με αποτέλεσμα να κάνει τη διαχείρισή τους σε μεγάλο βαθμό πιο εύκολη, ενώ στη συνέχεια οι βασικές μέθοδοι επεξεργασίας καθίστανται πιο αποτελεσματικές.

Από τη άλλη μεριά, για τα υγρά απόβλητα είναι καλύτερη η φυγοκέντρωση σε σχέση με τη μέθοδο της καθίζησης, για ένα βασικό λόγο, ο οποίος είναι πως με τη φυγοκέντρωση παράγονται μικρότεροι όγκοι της διαχωρισμένης φάσης. Πριν τα



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

απόβλητα τοποθετηθούν σε αναερόβιες μονάδες επεξεργασίας είναι πολύ σημαντική και αναγκαία η προκατεργασία της εξουδετέρωσης, καθώς για να σχηματιστεί το μεθάνιο το pH πρέπει να κυμαίνεται ανάμεσα στα 6,5-7,6. Η ουδετεροποίηση του pH στα λύματα μπορεί πολύ εύκολα να επιτευχθεί με τη χρήση υδροξειδίου του ασβεστίου, κοινώς ασβέστη ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), υδροξειδίου του νατρίου NaOH , ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3 ή διττανθρακικού νατρίου NaHCO_3 .

Από τις πολυάριθμες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έχει διαπιστωθεί πως η προσθήκη 20 – 25 g/L $\text{Ca}(\text{OH})_2$ έτσι ώστε να δημιουργηθεί αλκαλικό pH, του οποίου οι τιμές θα κυμαίνονται γύρω στο 12, έχει εξαιρετικά θετικές επιπτώσεις στην αφαίρεση ελαίων, φαινολικών ενώσεων αλλά και προκαλεί μείωση του COD. Όσον αφορά λοιπόν τα θετικά αποτελέσματα που προσφέρει η χρήση του ασβέστη, ως μέθοδο προκατεργασίας, τα ποσοστά είναι συντριπτικά: αφενός απομακρύνεται μεγάλο ποσοστό επί του συνόλου των στερεών κατά 30 – 55%, ενώ στα αιωρούμενα στερεά το ποσοστό αυτό αυξάνεται και μπορεί να φτάσει μέχρι και το 65%. Όσον αφορά τα έλαια και τα λίπη το ποσοστό κυμαίνεται στο 90 – 98%, ενώ στις πολυφαινόλες αγγίζει το 65 – 76% και στις αιωρούμενες φαινολικές ενώσεις φτάνει το 30 – 46%. Τέλος, η μείωση του COD πραγματοποιείται σε ποσοστό που αγγίζει το 32 – 60%.

Η εξάτμιση των υγρών αποβλήτων, όταν έχει προστεθεί το υδροξείδιο του ασβεστίου και έχουν αφαιρεθεί τα λίπη που επέπλεαν στην επιφάνεια, είναι σχεδόν άμεση. Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων εμπεριέχουν ένα συστατικό, εξαιρετικά τοξικό, το οποίο είναι οι ο-διφαινόλες. Τα τοξικά αυτά συστατικά μπορούν να απομακρυνθούν άμεσα και με επιτυχία με τη διαδικασία της προκατεργασίας με υδροξείδιο του ασβεστίου, γεγονός που καθιστά στη συνέχεια πολύ εύκολη τη διαχείρισή τους, κυρίως με μεθόδους βιοαποικοδόμησης. Επιπλέον, αξίζει να αναφέρουμε, πως παρουσιάζονται τα ίδια αποτελέσματα και με την προσθήκη 15g/L μπεντονίτη (Nuri Azbar, Abdurrahman Bayram, Ayse Filibeli, Aysen Muezzinoglu, Fusun Sengul, Adem Ozer, 2004. Aktas E.S., Impre S. & Ersoy L., 2001).

Ωστόσο, εδώ παρατηρήθηκαν ορισμένες διαφοροποιήσεις, καθώς η ύλη που προέκυψε από την βιοαποικοδόμηση απορροφήθηκε στην επιφάνεια του μπεντονίτη.



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

Η ύλη αυτή, άρχισε να απελευθερώνεται λίγο λίγο, ενώσω συνεχίζονταν οι δοκιμές βιοπεξεργασίας. Με τον τρόπο αυτό επέτρεπε σε σχετικά ίδιες αποδόσεις που παρήγαγαν μεθάνιο, τόσο σε απόβλητα που είχαν υποστεί προεπεξεργασία και ήταν μερικώς αραιωμένα αφενός, όσο και σε πολύ αραιωμένα λύματα, στα οποία δεν έχει γίνει καμία προεπεξεργασία. Παρόλα αυτά, τα λύματα που προέκυψαν και από τις δύο αυτές περιπτώσεις ήταν εφικτό να αποσταλούν με επιτυχία για βιολογική επεξεργασία (Beccari, M., Majone, M., Riccardi, C., Savarese, F., and Torrisi, L., 1999. Beccari, M., Majone, M., Papini, M. P., and Torrisi, L., 2001).

Μία ακόμη μέθοδος, η οποία συχνά προτείνεται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι εκείνη του αντιδραστήριου Fenton. Η διαδικασία αυτή στηρίζεται στην παρουσία ιόντων σιδήρου, καθώς επίσης και υπεροξειδίου του υδρογόνου εντός συνθηκών όξινου pH, σε τιμές που κυμαίνονται στα 2,5 με 3. Οι επιστημονικές χημικές μελέτες που πραγματοποίησε ο γνωστός επιστήμονας Felton απέδειξαν πως η μέθοδος αυτή είναι ικανή να προσομοιάσει τις ημιεμπειρικές σχέσεις που εμπεριέχονται στους μηχανισμούς αντιδράσεων. Πιο συγκεκριμένα το υπεροξείδιο του υδρογόνου αποσυντίθεται μέσα στο νερό με αποτέλεσμα να προκαλεί την αδιάληπτη παρουσία οξυγόνου, γεγονός που με τη σειρά του προκαλεί την διαδικασία που προαναφέρθηκε. Πρόκειται για μία διαδικασία εξαιρετικά αποτελεσματική, καθώς στα αντιδραστήρια Felton προκαλείται η απομάκρυνση των φαινολικών ενώσεων, γεγονός που σημαίνει πως το COD μπορεί να πέσει σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα που σε πολλές περιπτώσεις αγγίζουν μέχρι και το 95%. Από όλα αυτά προκύπτει το συμπέρασμα πως η μέθοδος αυτή μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά ως μέθοδος επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, κυρίως πριν προχωρήσει η επεξεργασία τους μέσω βιολογικών διαδικασιών (Rivas, F. J., Beltrán, F. J., Gimeno, O., and Frades, J., 2001. Ebrahiem E. Ebrahiem, Mohammednoor N. Al-Maghrabi, Ahmed R. Mobraki., 2017).

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί και μία ακόμη μέθοδος προεργασίας στα υγρά απόβλητα και που η εφαρμογή της γίνεται σε πλήρη κλίμακα διεργασίας, η οποία δεν είναι άλλη από εκείνη της εξισορρόπησης. Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι να ομογενοποιηθούν όσο είναι δυνατών οι φυσικές, δηλαδή η ροή και η θερμοκρασία, και οι χημικές παράμετροι, δηλαδή το pH, τα θρεπτικά συστατικά, η οργανική ύλη, καθώς και τα τοξικά υλικά (Iza, J., Colleran, E., Paris, M. J., and Wu, W. M., 1991).

3.4. Φυσικοχημική Επεξεργασία

Ανά τα χρόνια η επεξεργασία των αποβλήτων ήταν μεγάλο πρόβλημα για τα ελαιοτριβεία. Οι ελαιοπαραγωγοί είχαν προχωρήσει σε διάφορες διεργασίες, ορισμένες εκ των οποίων ήταν αρκετά απλές και φυσικές, ανάμεσα τους η διάλυση, η εξάτμιση, η καθίζηση, η διήθηση και η φυγοκέντρωση. Παρόλα αυτά, οι διεργασίες αυτές δεν καθίστανται αρκετά ικανές ώστε να απαλλάξουν τα οργανικά απόβλητα από την τοξικότητά τους και να μειώσουν το οργανικό τους φορτίο, έτσι ώστε να φτάσουν σε αποδεκτά όρια.

Αρχικά, όσον αφορά τη διάλυση, είναι μία διαδικασία που έχει αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό, και η χρήση της γίνεται πριν από την βιολογική επεξεργασία με σκοπό να μειωθούν τα ποσοστά τοξικότητας όλων εκείνων των μικροοργανισμών, των οποίων η χρησιμότητά τους είναι να αποσυνθέτουν την οργανική ύλη.

Από την άλλη μεριά, με τις διαδικασίες της εξάτμισης και της καθίζησης τα απόβλητα των ελαιοτριβείων συμπυκνώνονται σε μεγάλο ποσοστό που αγγίζει το 70 – 75%. Ωστόσο, αυτό δεν είναι απόρροια της αποικοδόμησης της οργανικής ύλης, αλλά το χρωστάει κυρίως στον διαχωρισμό φάσεων και αφυδάτωσης. Παρόλα αυτά η επεξεργασία δεν ολοκληρώνεται εκεί, καθώς το συμπύκνωμα που έχει απομείνει, καθώς και το υπερκείμενο υγρό, όσον αφορά την περίπτωση της καθίζησης, χρήζουν επιπρόσθετης επεξεργασίας. Το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση της εξάτμισης, καθώς η πάστα που έχει δημιουργηθεί μαζί με το απόσταγμα πρέπει να περάσουν από νέα διαδικασία επεξεργασίας.

Όσον αφορά το νομικό πλαίσιο που επικρατεί στις χώρες που έχουν παράδοση στην παραγωγή ελαιόλαδου, κυρίως στην Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένων των περιπτώσεων της Ιταλίας και της Ισπανίας, έχουν γίνει διάφορες ρυθμίσεις προκειμένου να μειωθεί η περιβαλλοντική ρύπανση, απαγορεύοντας την απευθείας ρίψη των αποβλήτων σε κανάλια νερού. Τα απόβλητα σύμφωνα με το νομικό πλαίσιο πολλών χωρών πρέπει να παραμένουν αποθηκευμένα είτε σε κλειστές, είτε σε ανοιχτές λίμνες. Ωστόσο, εδώ δημιουργούνται άλλου είδους ζητήματα, καθώς όταν τα απόβλητα παραμένουν σε κλειστές λίμνες δημιουργούν μεγάλες λασπώδεις ποσότητες, οι οποίες



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

θα πρέπει με κάποιο τρόπο να διοχετευτούν κάπου. Τέτοιου είδους δεξαμενές όμως, που χρησιμοποιούνται με σκοπό την αποθήκευση των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία για αρκετό καιρό, μετατρέπονται σε πηγές μόλυνσης τόσο των υδάτων του εδάφους (επιφανειακά ύδατα), όσο και του υπεδάφους (υπόγεια ύδατα).

Παρόμοιου είδους προβλήματα παρουσιάζονται και στην αποθήκευση των αποβλήτων σε ανοιχτές λίμνες. Στις περιπτώσεις αυτές το φως του ήλιου καθ’ όλη τη διάρκεια της χρονιάς εξατμίζει το νερό με αποτέλεσμα τη δημιουργία μίας ιλύς, η οποία με τη σειρά της θα πρέπει κάπου να μεταφερθεί και να ριχθεί. Επιπροσθέτως, χρειάζεται να διατεθούν μεγάλες εκτάσεις εδαφών. Για όλους αυτούς τους λόγους, η μέθοδος αυτή δεν είναι ιδιαίτερος διαδεδομένη. Πάντως και οι δύο προαναφερθείσες περιπτώσεις έχουν πολλά μειονεκτήματα, ενώ οι δεξαμενές είναι πηγή άσχημων μυρωδιών, καθώς σε αυτές δημιουργούνται πολλές δύσοσμες πτητικές ενώσεις. Παράλληλα και οι δύο αυτές μέθοδοι έχουν μεγάλο κόστος εγκατάστασης, χρήσης και συντήρησης, το οποίο δεν είναι εύκολο να βρεθεί από μικρές επιχειρηματικές μονάδες, όπως είναι τα ελαιοτριβεία (Ramos-Cormenzana et al., 1995).

Η μέθοδος της εξάτμισης σε λιμνοδεξαμενές, είτε ανοιχτές είτε κλειστές, έχει υπάρξει αρκετά διαδεδομένη σε πολλές περιοχές της Ελλάδας, όπως είναι το χαρακτηριστικό παράδειγμα της Κρήτης, κυρίως επειδή παρέχει μία άμεση και ταχύτατη λύση και έχει εξαιρετικά χαμηλό κόστος για τα ελαιοτριβεία, ωστόσο δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στις περιοχές γύρω από τα ελαιοτριβεία εξαιτίας των έντονων δυσάρεστων οσμών. Η μέθοδος αυτή δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις ή βροχοπτώσεις κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ παράλληλα τα ελαιοτριβεία στα οποία εφαρμόζεται πρέπει να απέχουν συγκεκριμένη χιλιομετρική απόσταση από οικισμούς ή περιοχές που έχουν άμεσο ή έμμεσο τουριστικό ενδιαφέρον, όπως αρχαιολογικοί χώροι, μουσεία, παραλίες και άλλα (Καλογεράκης & Νικολαΐδης, 2008).

Μία από τις μελέτες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια και πιο συγκεκριμένα το 2010, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για ποικίλους λόγους. Στη μελέτη αυτή παρουσιάζονται οι έρευνες που πραγματοποίησαν στην περιοχή της Κρήτης σχετικά με τις βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες επιδράσεις που έχει στις ιδιότητες του εδάφους η ρίψη των αποβλήτων σε λίμνες εξάτμισης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα

της έρευνας αυτής τα απόβλητα των ελαιοτριβείων που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία και που καταλήγουν σε λίμνες εξάτμισης, είτε πρόκειται για ανοιχτές είτε για κλειστές, έχουν βαρύτερες επιπτώσεις στις χημικές ιδιότητες του υποκείμενου εδάφους (Kanvadias et al., 2010).

Πιο συγκεκριμένα, πάρθηκαν προς μελέτη δείγματα από το έδαφος, τα οποία έπειτα από εφισταμένη έρευνα παρατηρήθηκαν σε αυτά ορισμένες αλλοιώσεις, καθώς είχαν αυξημένη κατά πολύ ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα ανθρακικά άλατά τους ήταν εξαιρετικά χαμηλά, είχαν αυξημένο οργανικό φορτίο, καθώς και πολύ υψηλή περιεκτικότητα ολικού αζώτου και NH_4^+ και υδατοδιαλυτών Cl^- , PO_4^{3-} και SO_4^{2-} .

Στη μελέτη αυτή, όμως, οι μελετητές κατέληξαν και σε μία ακόμα πολύ σημαντική διαπίστωση: πως η ρίψη των αποβλήτων αυτών σε ασβεστολιθικά εδάφη οδηγεί στην ουδετεροποίηση του pH των αποβλήτων. Παράλληλα, το εδαφικό pH δεν επηρεάζεται σε μόνιμη βάση αλλά μόνο παροδικά. Τέλος, οι μελετητές διαπίστωσαν πως το υπόστρωμα του αργίλου έχει την ικανότητα να διατηρεί και να μην αλλοιώνει το μεγαλύτερο και σημαντικότερο μέρος του οργανικού φορτίου και των θρεπτικών συστατικών, ενώ παρατηρείται μείωση των συστατικών αυτών, γεγονός που εξαρτάται από την απόσταση που υπάρχει με τις λίμνες.

Όσον αφορά τις διαδικασίες της φυγοκέντρωσης και της διήθησης, φαίνεται πως είναι σε θέση να προκαλούν αύξηση του pH, αλλά και της αγωγιμότητας που έχουν τα υγρά απόβλητα, ενώ παράλληλα με τις διαδικασίες αυτές απομακρύνεται και η οργανική ύλη, μέσω διαχωρισμού φάσης και μέσω αποκλεισμού, αντιστοίχως. Η αποτελεσματικότερη απομάκρυνση της οργανικής ύλης ωστόσο, μπορεί να επιτευχθεί με ένα συνονθύλευμα φυσικών διεργασιών αφενός ή αφετέρου μέσω ενός συνδυασμού των διεργασιών που πραγματοποιούνται φυσικά με τεχνολογίες πήξης, κροκίδωσης ή προσρόφησης.

Η διαδικασία της φυγοκέντρωσης έχει απασχολήσει διάφορους ερευνητές ανά τα χρόνια, ωστόσο στις αρχές της νέας χιλιετίας οι ερευνητές Al-Malah et al. (2000), πραγματοποίησαν εκτεταμένες έρευνες επάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα. Χαρακτηριστικά, οι έρευνές τους στράφηκαν στη παρατήρηση της διαδικασίας της επεξεργασίας βήμα-βήμα, που αποτελείται διαδοχικά από τη μέθοδο της φυγοκέντρωσης και τη διήθηση των αποβλήτων. Εν συνεχεία το διήθημα μεταφέρθηκε



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

σε μία διαδικασία μετακατεργασίας, η οποία περιελάμβανε προσρόφηση σε ήδη ενεργοποιημένο άργιλο. Οι φαινόλες, το pH και το COD που εμπεριέχονται παρουσιάζουν δυναμική απόκριση στις συγκεντρώσεις τους, καθώς χρησιμοποιούν άλλες συγκεντρώσεις από εκείνες του ενεργοποιημένου αργίλου. Η διαδικασία αυτή έδειξε μία μέγιστη τιμή στην οποία επιτεύχθηκε η μέγιστη ικανότητα προσρόφησης. Σε ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν στη συνέχεια αποδείχτηκε πως η ικανότητα προσρόφησης που έχει ο ενεργοποιημένος άργιλος έγινε σε λιγότερο από τέσσερις ώρες, ενώ οι μελετητές αναφέρουν πως κύριες αιτίες της προσρόφησης των φαινολών καθώς και του οργανικού φορτίου δεν είναι άλλες από τις υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις, ενώ μπορεί να αναστραφεί. Τα ποσοστά δείχνουν μεγάλη αύξηση στις φαινόλες που απομακρύνονται, φτάνοντας μάλιστα το 81%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για την απομάκρυνση της οργανικής ύλης αγγίζει μέχρι και το 71% (Al-Malah et al., 2000).

Υπάρχει ακόμη μία μέθοδος, εκείνη της ηλεκτρικής κροκίδωσης ή της ηλεκτροκροκίδωσης όπως είναι ευρέως γνωστή, η οποία το τελευταίο διάστημα έχει κινήσει το ενδιαφέρον ως προς την επεξεργασία τόσο των αποβλήτων που προέρχονται από τα ελαιοτριβεία, όσο και εκείνων που προέρχονται από άλλες βιομηχανικές μονάδες παραγωγής. Το κυριότερο χαρακτηριστικό της γνώρισμα, το οποίο αποτελεί και μείζον προτέρημά της είναι πως κατά τη μέθοδο αυτή ο παραγόμενος όγκος ιλύου είναι σαφώς πολύ μικρότερος, ειδικά αν συγκριθεί με εκείνον της κλασικής τεχνολογίας πήξης (Paraskeva & Diamadopoulos, 2006). Η μέθοδος αυτή λειτουργεί χρησιμοποιώντας ως άνοδο τα ηλεκτρόδια που θυσιάζονται, τα οποία είναι ηλεκτρόδια αργιλίου, σιδήρου ή μαγνησίου προκειμένου να παραχθούν τα κροκιδωτικά ($Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ και $Mg(OH)_2$ κατά αντιστοιχία). Με την εν λόγω μέθοδο επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων και το αν και κατά πόσο αποτελεί μία αποτελεσματική λύση ασχολήθηκαν πολλοί μελετητές, αλλά εκτεταμένες έρευνες επί του θέματος έκαναν οι Adhoum και Monser. Τα αποτελέσματα των ερευνών τους δημοσιεύτηκαν το 2004 και ανέδειξαν ορισμένες ενδιαφέρουσες προτάσεις και επιλογές. Σύμφωνα λοιπόν με την έρευνα αυτή οι αποδόσεις της αφαίρεσης ρύπων, είτε πρόκειται για φρέσκα απόβλητα είτε έχουν παραμείνει αποθηκευμένα για ένα διάστημα στα ελαιοτριβεία, με τη μέθοδο της ηλεκτροχημικής κροκίδωσης είναι αρκετά υψηλές. Αποδείχτηκε μάλιστα περίτρανα πως η απομάκρυνση του COD μπορεί να επιτευχθεί σε ποσοστό 76%, των



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

πολυφαινόλων κατά 91%, ενώ το σκούρο χρώμα μπορεί να απομακρυνθεί σε ποσοστό που φτάνει το 95%, μετά από 25 λεπτά της ώρας ακριβώς. Τέλος, η κατανάλωση του ηλεκτροδίου παρατηρήθηκε πως ήταν 2,11 kg ανά m³ επεξεργασμένου αποβλήτου (Adhoum & Monser, 2010).

Ως εκ τούτου προκύπτει το συμπέρασμα πως τα αποτελέσματα της ηλεκτροχημικής κροκίδωσης μπορούν να αναγνωριστούν ως θετικά και να αποτελέσουν μία βασική λύση με σκοπό να αντιμετωπιστεί το χρόνιο και δυσεπίλυτο πρόβλημα της επεξεργασίας των αποβλήτων, ενώ παράλληλα δεν αποκλείεται το γεγονός πως ενδέχεται η συγκεκριμένη μέθοδος να λειτουργήσει σε συνδυασμό με μια κλασική βιολογική διαδικασία με σκοπό την επίτευξη υψηλότερης παραγωγής και ποιότητας των αποβλήτων.

3.5. Βιολογική Επεξεργασία

Τα τελευταία χρόνια η προτεραιότητα που έχει δοθεί στις βιολογικές μεθόδους επεξεργασίας έχει φέρει και στον τομέα των αποβλήτων την εφαρμογή τους, προκειμένου η επιπτώσεις που έχουν στον πλανήτη και στο οικοσύστημα να είναι όσο το δυνατόν λιγότερες. Το θετικό, ωστόσο, με τις βιολογικές επεξεργασίες είναι πως εκτός του γεγονότος πως είναι εξαιρετικά με φιλικές προς το περιβάλλον και δεν το επιβαρύνουν, είναι συνήθως και οικονομικά προσιτές για τις μικρές επιχειρηματικές μονάδες.

Τόσο η οργανική ύλη όσο και τα ανόργανα θρεπτικά συστατικά είναι εφικτό να αφαιρεθούν με μεθόδους βιολογικής επεξεργασίας, ωστόσο θα πρέπει πάντοτε να δίνεται μεγάλη προσοχή στους μικροοργανισμούς που θα επιλεγούν προκειμένου να χρησιμοποιηθούν, καθώς και στον τρόπο που θα προσαρμοστούν αργότερα, όταν θα καταλήξουν στο στάδιο της επεξεργασίας, ως λύματα ελαιουργείων. Το γεγονός αυτό είναι υψίστης σημασίας, επειδή οι φαιολικές ουσίες έχουν ανασταλτική επίδραση επί των μικροοργανισμών.

Πιο συγκεκριμένα, οι δύο πιο βασικές επεξεργασίες που υφίστανται τα απόβλητα με βιολογική μέθοδο είναι εκείνη της αερόβιας επεξεργασίας και η αναερόβια χώνευση. Από τις δύο αυτές επεξεργασίες η αερόβια βιολογική επεξεργασία είναι εκεί που διαθέτει τις υψηλότερες αποδόσεις σύμφωνα με τις υπάρχουσες μελέτες, παρόλα αυτά είναι μία εξαιρετικά περιορισμένη διαδικασία, καθώς πρέπει να υπάρχει παροχή αδιάλειπτου μηχανικού αερισμού, γεγονός που καθιστά την διαδικασία οικονομικά απρόσιτη. Εν συνεχεία θα αναλυθούν αδρομερώς οι δύο αυτές βασικές μέθοδοι βιολογικών επεξεργασιών, καθώς και δύο ακόμη βιολογικές επεξεργασίες σε συνδυασμό: πρόκειται για τη συνχώνευση και τη κομποστοποίηση (Paraskeva & Diamadopoulos, 2006).

3.5.1. Αναερόβια Χώνευση

Η Αναερόβια Χώνευση πραγματοποιείται ελλείψει μοριακού οξυγόνου από μία σειρά αναερόβιων μικροοργανισμών κυρίως βακτήρια, τα οποία έχουν χαμηλότερα

ποσοστά ανάπτυξης από τους αερόβιους μικροοργανισμούς. Τα κύρια στάδια της διαδικασίας είναι η υδρόλυση, η οξειογένεση και μεθανογένεση, ενώ το τελευταίο θεωρείται το πιο σημαντικό αναερόβιο στάδιο. Είναι μία από τις δημοφιλέστερες και πιο πολυχρησιμοποιημένες μεθόδους, είτε πρόκειται για βιολογικές είτε για οποιαδήποτε άλλη, όσον αφορά στα απόβλητα των ελαιουργείων και την επεξεργασία τους, καθώς δεν απαιτεί μεγάλες ενεργειακά κινήσεις, ενώ παράγεται πολύ λιγότερη ιλύς, επιτρέποντας την ανάκτηση της ενέργειας. Το τελικό στάδιο είναι συνυφασμένο με το αέριο μεθάνιο, καθώς είναι εφικτή η χρήση του ώστε να παράγεται ενέργεια.

Σε επόμενες ενότητες θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στις μεθόδους της αναερόβιας χώνευσης και κυρίως στην ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από τα απόβλητα των ελαιουργείων.

3.5.2. Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία

Προκειμένου να επιτευχθεί η ουσιαστική και άμεση απομάκρυνση από όλες τις ρυπογόνες ουσίες που εμπεριέχονται στα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων στις αερόβιες βιολογικές επεξεργασίες, όπως είναι για παράδειγμα εκείνη του ενεργού ιλύος αλλά και των trickling φίλτρων. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες κατά βάση, έχουν γίνει προσπάθειες προκειμένου να δοκιμαστούν περισσότερες αερόβιες βιολογικές διεργασίες, τεχνολογίες ή και μικροοργανισμοί με σκοπό εκείνου της επεξεργασίας των αποβλήτων που παράγονται από τα ελαιουργεία, έτσι ώστε να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο τα οργανικά φορτία, το σκούρο χρώμα αλλά και τα ποσοστά τοξικότητας των λυμάτων.

Οι μελέτες που είχαν πραγματοποιηθεί αρχικά είχαν εστιάσει ως προς το να χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένα βακτηριακά είδη, με σκοπό να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η τοξικότητα των αποβλήτων. Κατά βάση τα αερόβια βακτήρια φάνηκε πως ήταν πιο αποτελεσματικά έναντι ορισμένων φαινολικών ενώσεων, τα οποία ήταν εξαιρετικά χαμηλής μοριακής μάζας. Παράλληλα στάθηκαν αναποτελεσματικά ως προς την δράση τους σε άλλες πολύπλοκες πολυφαινόλες, οι οποίες είναι εκείνες που ευθύνονται για το σκούρο χρώμα που φέρουν τα απόβλητα. Παρόλα αυτά, τα βακτήρια

δεν είναι τόσο αποτελεσματικά στην αποικοδόμηση των απλών φαινόλων ή ακόμη και των εξαιρετικά σύνθετων φαινολικών ενώσεων, τα οποία εμπεριέχονται στα λύματα των ελαιοτριβείων. Εκείνο που φαίνεται πως δρα άμεσα και αποτελεσματικά είναι οι μύκητες σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες επιστημονικές μελέτες (Morillo et al., 2009).

Πολλοί επιστήμονες ασχολήθηκαν με το ζήτημα της αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων που παράγονται από τα ελαιοτριβεία, με σημαντικότερη εκείνη του 2007. Οι ερευνητές αυτοί έστρεψαν την προσοχή τους συγκεκριμένα στην ικανότητα που έχουν τα βακτήρια των ελαιόκαρπων να απομακρύνουν ή όχι το COD αλλά και τις φαινολικές ενώσεις από τα απόβλητα. Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν αντιδραστήρες φιάλης και αντιδραστήρες με κλίνη (Tziotzios et al., 2007).

Με μία πιο προσεκτικά ματιά φαίνεται πως τα εν λόγω αερόβια πειράματα έλαβαν χώρα σε αντιδραστήρες φιάλης, περιλαμβάνοντας απόβλητα ελαιοτριβείων, τα οποία είχαν διαφορετικά ποσοστά αραίωσης που κυμαίνονταν σε 20, 50 και 100%, ενώ το υψηλότερο ποσοστό φαινολικών ενώσεων και COD που απομακρύνθηκαν μέσω αυτής έφτασαν μέχρι 82 – 90% για τις αραιώσεις των 20%, 50% και 100%, σε 11, 23, και 30 ημέρες αντίστοιχα.

Τέλος, πραγματοποιήθηκαν και πειράματα που έλαβαν χώρα σε αντιδραστήρα κλίνης, με τη θερμοκρασία μάλιστα να αγγίζει τους 28° C και τη μέγιστη απομάκρυνση φαινολικών ενώσεων και COD να αγγίζει περίπου το 60 και 70%, αντίστοιχα, και μάλιστα στο σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα των 27 ωρών.

3.5.3. Συνδυασμένες Βιολογικές Διεργασίες

Οι απαιτήσεις που έχει η επεξεργασία των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία είναι πάρα πολύ υψηλές, καθώς πρέπει να μην παρουσιαστεί οποιοδήποτε πρόβλημα και να είναι άμεσα αποτελεσματικές. Αυτό καθιστά αυτομάτως και τις δύο προαναφερθείσες κατηγορίες, την αναερόβια και την αερόβια, μη αποτελεσματικές, καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των διαδικασιών της επεξεργασίας των αποβλήτων. Έτσι, έχει γίνει προσπάθεια τα τελευταία χρόνια ώστε

να μελετηθεί ενδελεχώς ένας συνδυασμός συστημάτων επεξεργασιών των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελέτη του 2006, των ερευνητών Paraskeva & Diamadopoulou, στην οποία έγινε προσπάθεια να συνδυαστεί μία αερόβια με μία αναερόβια διαδικασία. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής είχαν διαφορές, καθώς έδειξαν πως το COD κατά την αναερόβια διαδικασία απομακρύνθηκε σε ποσοστό 45%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην απομάκρυνση της φαινόλης ανήλθε στο 60%. Εν συνεχεία ωστόσο, με την διαδικασία της αερόβιας επεξεργασίας στα ποσοστά αυτά προστέθηκε μείωση του COD σε ποσοστό που άγγιξε το 23% και 21% στην μείωση της φαινόλης. Το αποτέλεσμα του συνδυασμού αυτών των δύο μεθόδων ήταν οι τελικές μειώσεις του COD και των φαινολικών ενώσεων να αγγίζουν τα ποσοστά 59 και 76% αντίστοιχα (Paraskeva & Diamadopoulou, 2006).

3.5.4. Συν-χώνευση

Οι ερευνητές έχουν επιχειρήσει να επεξεργαστούν διάφορες μεθόδους προκειμένου να μελετηθεί το θέμα της διαχείρισης των αποβλήτων εις βάθος. Αφενός, αντί του παραδοσιακού τρόπου, δηλαδή της διάλυσης σε νερό έχουν γίνει μελέτες προκειμένου να βρεθεί, αν υπάρχει, μία συν-επεξεργασία για τα απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία με άλλα λύματα.

Τα λύματα που προστίθενται έχουν αρκετά πλεονεκτήματα, αλλά βασικότερο είναι το γεγονός πως έχουν την δυνατότητα να παράσχουν τόσο τις τιμές pH που απαιτούνται μαζί με τα επίπεδα αλκαλικότητας, αλλά και σε διάφορες περιπτώσεις τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται για προκειμένου να επιτευχθεί η αναερόβια χώνευση. Δεν είναι λίγοι λοιπόν οι μελετητές που πιστεύουν πως αυτός ο νέος τρόπος της συν-χώνευσης και της συν-επεξεργασίας αποτελεί μία νέα διέξοδο και μπορεί να είναι εξαιρετικά ωφέλιμος, αλλά και πιο οικονομικός, από όσο θα ήταν αντίστοιχα η επεξεργασία του κάθε ρεύματος αποβλήτου χωριστά (Paraskeva & Diamadopoulou, 2006).

Η μελέτη της συν-επεξεργασίας και ανάμειξης των αποβλήτων που προέρχονται από τα ελαιοτριβεία με ζωικά απόβλητα χοίρων δημοσιεύτηκε το 2010 και έγινε από τους ερευνητές Azaizeh και Jadoun και για να την πραγματοποιήσει χρησιμοποιήθηκαν αντιδραστήρες UASB. Τα αποτελέσματα της εν λόγω μελέτης ήταν θεαματικά και αποκαλυπτικά όσον αφορά την απομάκρυνση του COD, τα ποσοστά του οποίου έφτασαν στο απόγειό τους κατά 85 με 95%, ενώ αντιστοίχως η υψηλότερη τιμή στην παραγωγή του βιοαερίου κυμάνθηκε στα 0,55 L ανά g (COD Azaizeh & Jadoun, 2010).

Έχει μεγάλη σημασία να αναφέρουμε πως για να πραγματοποιηθεί η έρευνα και να είναι αποτελεσματική πάρθηκε ένας συνδυασμός διαφορετικών ποσοστών όσον αφορά στα δείγματα, τα οποία αποτελούνταν από 33% από απόβλητα ελαιοτριβείων και το υπόλοιπο 67% προερχόταν από ζωικά απόβλητα από χοίρους. Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής και με τα ποσοστά που ελήφθησαν αποκαλύφθηκε πως στο οργανικό φορτίο, που ανερχόταν στα 28.000 mg ανά L COD έγινε μείωση σε 1.500 – 3.500 mg ανά L COD.

Επομένως, βάσει αυτών που αναφέρθηκαν προηγουμένως, η έρευνα αυτή απέδειξε πως η μέθοδος και οι τεχνολογίες της συν – χώνευσης με τη χρήση αντιδραστήρων UASB μπορεί να θεωρηθεί ένα αξιόπιστο και σίγουρο τεχνολογικό μέσο έτσι ώστε να συνδυάζεται η τεχνολογία της επεξεργασίας των λυμάτων από τα ελαιοτριβεία για την παραγωγή βιοαερίου (Azaizeh & Jadoun, 2010).

3.5.5. Κομποστοποίηση

Μία ακόμη μέθοδος, αρκετά εξελιγμένη τα τελευταία χρόνια, η οποία μπορεί να αποτελεί και βασική μέθοδο επεξεργασίας λυμάτων με βιολογικό τρόπο είναι εκείνη της κομποστοποίησης που θα αναλυθεί εν συνεχεία. Πρόκειται για μία ελεγχόμενη αερόβια διεργασία, η οποία επεξεργάζεται τα στερεά υπολείμματα των αποβλήτων. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό πρέπει να διασπαστούν θερμοφιλικά τα οργανικά υπολείμματα, έτσι ώστε να κατορθώσουν να μετατρέψουν τις οργανικές ουσίες από τα απόβλητα σε βιολογικές χημικές ενώσεις, τις οποίες θα διέπει η σταθερότητα, και που θα είναι ιδανικές για χρήση των βελτιωτικών στοιχείων του εδάφους. Αυτό με λίγα

λόγια σημαίνει πως από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων μπορούν να παραχθούν υψηλής ποιότητας λιπάσματα γεγονός που θα επιφέρει σταδιακά τη μείωση των αναγκών σε χημικά λιπάσματα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες και επιβαρύνουν το περιβάλλον (Ντούλα κ.α., 2012).

Όσον αφορά τις αναλογίες στην κομποστοποίηση που έχουν τα απόβλητα αυτές διαθέτουν αναμεμιγμένα 50 έως 75% απόβλητα ελαιοτριβείων με 25 – 50% από άλλα υλικά, τα οποία είναι εμπειριέχουν άζωτο, όπως είναι για παράδειγμα η κοπριά και η ουρία, με σκοπό η αναλογία άνθρακα και αζώτου να φτάσει περίπου στο 25 με 30% (Ντούλα κ.α., 2012).

Η κομποστοποίηση των αποβλήτων είναι μια μέθοδος που και αυτή απασχόλησε με τη σειρά της πολύ τους ερευνητές, κυρίως τους Ntougias et al., οι οποίοι παρουσίασαν τα αποτελέσματα των μελετών τους το 2008. Στην εν λόγω μελέτη οι έρευνες στράφηκαν στα απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία και πιο συγκεκριμένα τα ελαιοτριβεία δύο φάσεων. Προκειμένου να δουν τα αποτελέσματα που χρειάζονται οι ερευνητές παρασκεύασαν δυο κομπόστ, τα οποία αποτελούνταν από απόβλητα στα οποία είχαν προστεθεί φύλλα από ελαιόδεντρα, ενώ στη συνέχεια προστέθηκαν σε αυτά τύρφης σε αναλογίες 1:03 wt/wt. Σκοπός της συγκεκριμένης διαδικασίας ήταν η συγκριτική αξιολόγηση της κατασταλτικότητας εναντίον του παθογόνου *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicislycopersici* (FORL) (Ntougias et al., 2008).

Ο προαναφερθείς παθογόνος οργανισμός είχε εφαρμογή κυρίως στα μίγματα κομπόστ/τύρφης. Η εφαρμογή του έγινε άλλες φορές άμεσα και άλλες φορές έπειτα από εφαρμογή και ενός ακόμη παράγοντα βιοελέγχου, του *Fusarium solani*. στέλεχος Fs-K. Το αποτέλεσμα ήταν όλες αυτές οι διαφοροποιήσεις που έγιναν στα κομπόστ να αναδείξουν τα πολύ υψηλά ποσοστά κατασταλτικότητας εναντίον του παθογόνου FORL, ενώ παράλληλα μειώθηκε και η συχνότητα της εμφάνισης της ασθένειας στα φυτά τομάτας, η οποία ανήλθε σε ποσοστά που άγγιξαν μέχρι και το 34%. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί πως η μέγιστη μείωση που παρατηρήθηκε στην συχνότητα εμφάνισης της νόσου των φυτών ήταν με την παρουσία του παράγοντα βιοελέγχου (Ntougias et al., 2008).

3.6. Οξείδωση και προηγμένη οξείδωση

Στην περίπτωση της οξείδωσης τα πράγματα είναι τελείως διαφορετικά από όσο στις προηγούμενες διαδικασίες. Στην εν λόγω μέθοδο, προκειμένου να γίνει η διαδικασία της επεξεργασίας των αποβλήτων σε μεγάλο βαθμό, χρησιμοποιούνται ισχυροί οξειδωτικοί παράγοντες, οι οποίοι περιλαμβάνουν και τη διάσπαση ορισμένων ανθεκτικών και τοξικών ενώσεων. Η διαδικασία αυτή μπορεί, σε θεωρητικό επίπεδο τουλάχιστον, να επιφέρει την πλήρη ανοργανοποίηση, γεγονός που εξαρτάται από τη δυναμικότητα της οξείδωσης του φορέα, καθώς και το χρόνο διάρκειας που έρχεται σε επαφή. Κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες έχει υπάρξει μεγάλη αύξηση του ενδιαφέροντος και οι έρευνες έχουν αποδειχτεί εξαιρετικά αποκαλυπτικές ως προς τις πληροφορίες που έχουμε για τη διαδικασία. Η οξείδωση και οι πρωθύστερες οξειδωτικές διαδικασίες σκοπεύουν στην επεξεργασία των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, σκοπεύοντας στην αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του προβλήματος των υγρών αποβλήτων.

Ένα από τα πιο ισχυρά οξειδωτικά μέσα, τα οποία συμβάλουν αποτελεσματικά στην οξείδωση των αποβλήτων, προσβάλλοντας με τρόπο επιλεκτικό τις ενώσεις που εμπεριέχουν αρωματικούς δακτυλίους και διπλούς δεσμούς. Την περίπτωση αυτή ερεύνησαν οι μελετητές Paraskeva & Diamadopoulos, οι οποίοι δημοσίευσαν τα αποτελέσματα των μελετών τους το 2006. Στη μελέτη αυτή αναφέρεται μεταξύ άλλων και μία ιδιαίτερη περίπτωση, άκρως ενδιαφέρουσα, κατά την οποία μετά την παρέλευση δύο ωρών της επαφής του όζοντος με τα απόβλητα των ελαιοτριβείων το COD μειώθηκε σε ποσοστό 18 με 20%. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός πως διασπάστηκαν οι μεγαλύτερες οργανικές ουσίες σε πολύ μικρότερες (Paraskeva & Diamadopoulos, 2006).

Επιπροσθέτως, εκείνο που επισημάνθηκε εκτός των άλλων ήταν ότι απομακρύνθηκαν οι φαινόλες, γεγονός που οφείλεται με τη σειρά του στο ότι ως στοιχείο το όζον λειτουργεί εξαιρετικά επιλεκτικά. Παρόλα αυτά φαίνεται πως ο οζονισμός αγγίζει πολύ υψηλά επίπεδα απομακρύνσεως των φαινολών, που φτάνουν μέχρι και το 90% σε πολλές περιπτώσεις, αυτό όμως εξαρτάται τόσο από τη διάρκεια



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

της επαφής όσο και από την ποσότητα της ουσίας. Τέλος, αξιοσημείωτο γεγονός αποτελεί πως στις μελέτες αυτές το COD κατορθώθηκε να απομακρυνθεί σε ποσοστά που ξεκινούσαν από το 4 και έφτασαν μέχρι και το 60%, ενώ παράλληλα παρατηρήθηκε μείωση της τοξικότητας, η οποία δεν σχετιζόταν με τις συνθήκες οζοντισμού.



Κεφάλαιο 4^ο

Παραγωγή χρήσιμων προϊόντων

4.1. Τρόποι Αξιοποίησης των Αποβλήτων

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια προκύπτει πολύ εύλογα το ερώτημα: με ποιον τρόπο θα μπορούσαν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων, αφού υποστούν κάποια από τις προαναφερθείσες μεθόδους επεξεργασίας να αξιοποιηθούν, έτσι ώστε να ζημιώνουν όσο το δυνατόν λιγότερο το περιβάλλον; Αν αναλογιστεί κανείς πως τη χρονιά 2013 για παράδειγμα η παραγωγή των ελαιόκαρπων ανήλθε σε 19 εκ. τόνους παγκοσμίως και πως από αυτό το ποσό μόλις οι 2,6 εκ. τόνοι ήταν ελαιόλαδο γίνεται φανερό πως τα απόβλητα καταλαμβάνουν μεγάλο κομμάτι της διαδικασίας παραγωγής του ελαιόλαδου (FAOSTAT 2016. Το 2017 το αντίστοιχο ποσό του ελαιόλαδου ανήλθε σε 2,84 εκ. τόνους, παγκόσμια παραγωγή ελαιόλαδου, 2017, ΔΟΕ, 2018). Ως εκ τούτου έχει υπολογιστεί πως ετησίως η παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία ανέρχεται από 10 έως και 30 εκ. m³.

Οι αλλαγές που έχουν επέλθει τα τελευταία χρόνια στις μεθόδους παραγωγής και εκχύλισης του ελαιόλαδου είναι εντυπωσιακές, με τη διαχείριση των αποβλήτων, είτε των υγρών, είτε των στερεών που αποτελούν και το μεγαλύτερο πρόβλημα, να γίνεται με σκοπό την εξεύρεση της καλύτερης περιβαλλοντικής λύσης η οποία ωστόσο να είναι και οικονομικά βιώσιμη από την επιχείρηση (Χριστοφόρου και Φωκάϊδης, 2016). Παρόλα αυτά, η χώρα μας διαθέτει ορισμένες ιδιομορφίες σε σχέση με άλλες χώρες που έχουν αντιστοίχως μεγάλη παραγωγή ελαιόλαδου, οι οποίες έγκεινται στην μεγάλη διασπορά των ελαιοτριβείων, γεγονός που επηρεάζει και αυξάνει άμεσα το κόστος μεταφοράς των επεξεργασμένων αποβλήτων, καθιστώντας την επαναχρησιμοποίησή τους δύσκολη και εντελώς ασύμφορη οικονομικά για την επιχείρησή τους (Kokkora κ.α., 2015b).

Υπάρχει μία πληθώρα παραγόντων που έχει οδηγήσει τις έρευνες σε νέες κατευθύνσεις προκειμένου να βρεθούν καινοτόμες λύσεις για τη χρήση των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία, ανάμεσα στους οποίους είναι: η ευαισθητοποίηση για το

περιβάλλον που έχει επέλθει τα τελευταία χρόνια, η ολοένα και αυξανόμενες οικονομικές πιέσεις που υφίστανται οι γεωργοί, η εφαρμογή τεχνικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με σκοπό τα απόβλητα να αξιοποιούνται για ενεργειακούς σκοπούς κ.α. Όπως είδαμε λοιπόν και σε προηγούμενα κεφάλαια έχουν διεξαχθεί πολλές και διαφορετικές έρευνες προκειμένου να αναδειχθούν οι ποικίλες μορφές εκμετάλλευσης των αποβλήτων, κάθε είδους, με σκοπό την εξεύρεση κερδοφόρων και βιώσιμων για τις ελαιουργικές επιχειρήσεις (Christopopou και Fokaides, 2016, Frant και Prousek, 2016, Lequin κ.α., 2019).

Η πλέον συμφέρουσα και σωστή χρήση των υποπροϊόντων που μένουν συμπίεσμένα, είτε πρόκειται για υγρά είτε για στερεά, όπως είναι το κέικ ελιάς, η λάσπη και τα υγρά απόβλητα, είναι εκείνη της παραγωγής ενέργειας (Pattara κ.ά., 2010; Tayeh κ.ά., 2014; 2016; Kinab και Houry, 2015; Christopopou κ.α., 2016; Siciliano κ.α., 2016; Casademont κ.α., 2018; Kirçak και Akgün, 2018; Al Afif και Linke, 2019). Βασική, ωστόσο, είναι και η χρήση τους ως ζωοτροφές (Gerasopoulos κ.α., 2015a,b, 2016; Papadopoulou κ.α., 2017; Kotsampasi κ.α., 2017), κοπριά, αζωτούχα λιπάσματα και εδαφοβελτιωτικά. Επιπλέον, μπορούν να αξιοποιηθούν ως πρόσθετα τροφίμων, αλλά και για την παραγωγή μονοκυτταρικών πρωτεϊνών ή τη σύνθεση εξαιρετικά φωτεινών νανοϋλικών με βάση τον άνθρακα (Petrotos κ.ά., 2012; Georgakouli κ.ά., 2016; Tsilfoglou κ.ά., 2017), Giavasis και Petrotos, 2016, Sousa κ.α., 2019).

Μία από τις τεχνολογίες που έχουν αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια σχετίζεται με τη χρήση της βιομάζας με σκοπό να παραχθεί ενέργεια. Πρόκειται για μία νέα μορφή εναλλακτικής πηγής ενέργειας, η οποία έπεται του πετρελαίου, του άνθρακα, του φυσικού αερίου, την ηλιακή και την αιολική ενέργεια. Καθώς στα απόβλητα των ελαιοτριβείων εμπεριέχονται τεράστιες ποσότητες βιομάζας, έχουν διενεργηθεί διάφορες μελέτες ως προς τις ιδιότητες που αυτά έχουν αλλά και τις εν δυνάμει χρήσεις τους (Tekin και Dalgic, 2000; Fezzani και Cheikh, 2007; 2008).

Μία ακόμη περίπτωση για την οποία έχουν διενεργηθεί αρκετές μελέτες είναι εκείνη των επιπτώσεων που επιφέρει η χρήση των υγρών αποβλήτων στη χλωρίδα και πιο συγκεκριμένα στο κομμάτι της βλάστησης των σπόρων (Mekki κ.α., 2007; Massoudinejad κ.α., 2014; Al-Imoor κ.ά., 2017). Τέλος, σύμφωνα με άλλους μελετητές (De Marco κ.α., 2007), οι φαινόλες που εμπεριέχονται στα απόβλητα μπορούν να

αξιοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες, απομονώνοντας ορισμένες πολύ σημαντικές βιοδραστικές ενώσεις για φαρμακευτικούς σκοπούς ή για τη δημιουργία καλλυντικών (D'Antuono κ.α., 2014; Galanakis, 2017). Ορισμένες οργανικές ουσίες, όπως είναι μεταξύ άλλων το άζωτο, ο φωσφόρος, το κάλιο, το μαγνήσιο, οι φαινολικές ενώσεις, τα σάκχαρα, καθώς και τα οργανικά οξέα που εμπεριέχονται στα υγρά απόβλητα, αυτά έχουν την δυνατότητα να αξιοποιηθούν ως συστατικά για φαρμακευτικούς σκοπούς, αλλά και στη βιομηχανία των καλλυντικών για προϊόντα που σχετίζονται με την περιποίηση του δέρματος. Στα επόμενα κεφάλαια θα γίνει μία προσπάθεια να παρουσιαστούν συνοπτικά οι καλύτεροι τρόποι αξιοποίησης των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία (Rodrigues κ.α., 2015).



Εικόνα 12: Δονητική αξιοποίηση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων

4.2. Ενεργειακή αξιοποίηση

Οι ανάγκες για ενέργεια τα τελευταία χρόνια, που έχει κορυφωθεί με την ενεργειακή κρίση των δύο τελευταίων ετών, έχει καταστήσει επιτακτική την ανάγκη αξιοποίησής των υγρών αποβλήτων με σκοπό να παράγουν ενέργεια. Για τον λόγο αυτό έχουν γίνει πολυάριθμες μελέτες για να αναδείξουν τη χρήση τους αυτή και πιο συγκεκριμένα τον τρόπο που παράγεται το βιομεθάνιο, η βιοαιθανόλη και η βιοντήζελ. Το βασικότερο χαρακτηριστικό των αποβλήτων, εκείνο που τα καθιστά τόσο συμφέρουσα και αξιόλογη πηγή για την παραγωγή βιοκαυσίμων είναι πως διαθέτουν, όπως προαναφέρθηκε, εξαιρετικά υψηλά ποσοστά οργανικής ύλης, ενώ διαθέτουν και πλούσια συγκέντρωση σακχάρων, πτητικών λιπαρών οξέων, πολυαλκοολών αλλά και λιπιδίων.

Όλα τα βιοκαύσιμα τα οποία δημιουργούνται από φυτά, τα οποία η καλλιέργειά τους και η χρήση τους είναι εξ αρχής για τον σκοπό αυτό, ονομάζονται βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς. Ωστόσο, τα παράγωγα αυτά έχουν επικριθεί σε μεγάλο βαθμό, με βασικό επιχείρημα πως περιορίζεται κατά πολύ η διάθεση και η αξιοποίηση καλλιεργήσιμων εκτάσεων για την παραγωγή φρούτων, λαχανικών κ.α. Έτσι, ως αντιπρόταση ήρθαν τα βιοκαύσιμα της δεύτερης και της τρίτης γενιάς, τα οποία φέρουν κάποιες διαφοροποιήσεις. Τα μεν πρώτα είναι εκείνα τα οποία δημιουργούνται από επεξεργασία φυτικών τμημάτων πλούσιων σε κυτταρίνες και ημικυτταρίνες, ενώ τα βιοκαύσιμα τρίτης γενιάς είναι αυτά που παράγονται από φύκια.

Λαμβάνοντας υπόψιν λοιπόν αυτές τις πληροφορίες είναι εύλογο πως τα απόβλητα από τα ελαιοτριβεία έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον των ερευνητών προκειμένου να αξιοποιηθούν όσο το δυνατόν καλύτερα για την παραγωγή βιονέργειας. Οι βασικότεροι λόγοι που έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον των μελετητών είναι 3 και είναι οι εξής:

1. Για τη σύσταση των ιδιαίτερων χημικών χαρακτηριστικών που έχουν, τα οποία αναλύθηκαν προηγουμένως
2. η εμπορική τους εκμετάλλευση μπορεί να είναι άμεση και τέλος,

3. Αν δεν γίνει επεξεργασία πριν την ρίψη τους σε θαλάμους αποβλήτων αποτελούν μεγάλο παράγοντα ρύπανσης του περιβάλλοντος (Dermeche et al., 2013).

4.2.1. Παραγωγή βιομεθανίου

Όσον αφορά στην παραγωγή του βιομεθανίου, μέσω της επεξεργασίας των αποβλήτων από τα ελαιουργεία, υπάρχουν πολλές διεργασίες που κατά καιρούς προτείνονται και οι οποίες σχετίζονται είτε με αναερόβιες είτε με αερόβιες προκατεργασίες δύο σταδίων αλλά και αναερόβια χώνευση δύο φάσεων (Dermeche et al., 2013).

Για να μπορέσει να γίνει η παραγωγή των αποβλήτων θα πρέπει αρχικά να προετοιμαστούν κατάλληλα τα απόβλητα, έτσι ώστε και να μειωθεί, όσο αυτό είναι εφικτό, η τοξικότητά τους, αλλά και να αυξηθεί η ικανότητα που έχουν για βιοαποικοδόμηση του εαυτού τους, γεγονός που συμβαίνει επειδή εμπεριέχονται σε αυτά φαινολικές ενώσεις, οι οποίες διασπώνται.

Ανάμεσα στους διάφορους μύκητες που έχουν αξιοποιηθεί κατά καιρούς για την προεπεξεργασία-κατεργασία των υγρών αποβλήτων είναι ο μύκητας του είδους *Aspergillus niger*. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του εν λόγω μύκητα παρατηρήθηκε πως το COD μειώθηκε σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό, έπειτα από την αναερόβια χώνευση, το οποίο έφτασε μέχρι και το 60% σε σχέση με τα αρχικά απόβλητα, κάτι που προκάλεσε τις αποδόσεις μεθανίου σε κλίμακα 1 CH₄/g COD που απομακρύνθηκε. Η τιμή αυτή που προέκυψε δεν είχε μεγάλη απόκλιση από την προσδοκώμενη θεωρητικά τιμή (Hamdi et al., 1992).

Ένα ακόμα είδος ωστόσο, στο οποίο έχουν αναφερθεί παρόμοια ευρήματα έπειτα από την εφαρμογή προκατεργασίας είναι εκείνο του *Aspergillus terreus*. Σε αυτήν την περίπτωση στα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν έδειξαν μεγάλη μείωση των φαινολικών ενώσεων, ενώ αντιθέτως αυξήθηκε κατά πολύ το βιομεθάνιο που παράχθηκε σε ποσοστό 23% συγκριτικά πάντα με την ποσότητα του βιοαερίου που

παρήγαγαν τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, στα οποία δεν είχε γίνει η παραμικρή προκατεργασία (Borja et al., 1995).

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί και ο μύκητας *Candida tropicalis*, ο οποίος είχε γίνει προσπάθεια εφαρμογής του στην αερόβια προκατεργασία υγρών αποβλήτων. Το αποτέλεσμα της χρήσης του συγκεκριμένου μύκητα ήταν αφενός η μείωση του COD σε ποσοστό που άγγιξε το 62%, ενώ η συγκέντρωση μονοκυκλικών φαινολικών ουσιών αυξήθηκε κατά 51%. Παράλληλα, το μεθάνιο στο παραγόμενο βιοαέριο κυμαινόταν σε επίπεδα της τάξεως του 65% έως και 74% (Martinez-Garcia et al., 2009).

4.2.2. Παραγωγή βιοαιθανόλης

Εκτός από το μεθάνιο, όμως, που αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο τα απόβλητα, έπειτα από κατεργασία με βακτήρια ή ζυμομύκητες, μπορούν να παράγουν και πρώτη ύλη για βιοαιθανόλη, γεγονός που οφείλεται στην οργανική ύλη που εμπεριέχεται σε αυτά, σε πολύ υψηλή περιεκτικότητα.

Οι διεργασίες που πρέπει να γίνουν προκειμένου οι εμπεριεχόμενοι πολυσακχαρίτες στα απόβλητα να μετατραπούν σε βιοαιθανόλη περιλαμβάνουν δύο διαφορετικά στάδια:

1. Αφενός στο πρώτο στάδιο πρέπει να απελευθερωθούν τα αναγόμενα σάκχαρα, κάτι που μπορεί να συμβεί με τους είτε μέσω της ενζυμικής υδρόλυσης, είτε εφαρμόζοντας φυσικοχημικές μεθόδους προκατεργασίας των αποβλήτων των ελαιοτριβείων.
2. Στο δεύτερο στάδιο, το οποίο είναι και το τελικό, πραγματοποιείται μετατροπή των προαναφερθέντων σακχάρων σε βιοαιθανόλη από τους εκάστοτε ζυμομύκητες ή βακτήρια που γίνεται χρήση τους (Dermeche et al., 2013).

Έχουν πραγματοποιηθεί πολυάριθμες έρευνες και δοκιμές για τις συγκεκριμένες μεθόδους παραγωγής βιοαιθανόλης από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων. Όσον αφορά στα στερεά απόβλητα έχει γίνει χρήση τους για την παραγωγή βιοαιθανόλης του κλάσματος λιγνίτη και κυτταρίνης της ελαιοζύμης (El Asli & Qatibi, 2009). Η

διαδικασία της προκατεργασίας περιλαμβάνει δύο διαδοχικές φάσεις: αρχικά την ενζυμική υδρόλυση με θειικό οξύ ποσότητας 1,75% w/v κι έπειτα τη θερμική κατεργασία στους 160°C για χρονικό διάστημα δέκα λεπτών. Από τη διαδικασία αυτή δημιουργήθηκαν ορισμένα προϊόντα, κυρίως σάκχαρα στα οποία εφαρμόστηκαν ορισμένα στελέχη FBR5 του βακτηρίου *Escherichia coli*. Τα εν λόγω στελέχη είχαν υποστεί γενετικές τροποποιήσεις προκειμένου να γίνει η εκλεκτική παραγωγή βιοαιθανόλης και η μέθοδος αυτή αποδείχτηκε πολύ αποτελεσματική, η απόδοση της αιθανόλης που παρήχθει ήταν 0,44 g/g.

Υπάρχει και άλλη βασική μέθοδος για να παραχθεί η βιοαιθανόλη από ελαιοζύμη, η οποία χρειάζεται προκατεργασία με δύο μίγματα ενζύμων, των Celluclast και Novozyme, ενώ έπειτα πρέπει να εφαρμοστούν σε αυτά οι μικροοργανισμοί *Saccharomyces cerevisiae* και *Thermoanaerobacter mathranii* (Haagensen et al., 2009.) Στην περίπτωση αυτή το μέγιστο αποτέλεσμα απόδοσης βιοαιθανόλης ήταν στα 0,42 g/g. Παράλληλα πρέπει να τονιστεί ότι αυτό συνέβη όταν στα στερεά απόβλητα έγινε εφαρμογή μόνο της ενζυμικής προκατεργασίας και όχι ο συνδυασμός της με υγρή οξείδωση.

Εκτός από αυτές τις δύο μεθόδους όμως υπάρχουν και άλλες, οι οποίες δεν είναι τόσο άμεσα αποτελεσματικές και χαρακτηρίζονται απλώς ως ικανοποιητικές. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2014 έγινε προσπάθεια να παραχθεί από τα στερεά απόβλητα των ελαιοτριβείων βιοαιθανόλη (Tayeh et al., 2014). Για τον σκοπό αυτόν αξιοποιήθηκαν δύο ζυμομύκητες οι οποίοι αποδείχτηκε ότι στα απόβλητα: *Issatchenkia orientalis* και *Pichia galeiformis/manshurica*. Η έρευνα αυτή απέδειξε πως και τα δύο αυτά είδη μπορούν να αξιοποιούν την ξυλόζη και να παράγουν ξυλιτόλη, χωρίς παρόλα αυτά να προκύψει η πολυπόθητη παραγωγή της βιοαιθανόλης. Ο ζυμομύκητας *Issatchenkia orientalis* κατάφερε να αποδώσει και να παραχθεί η αιθανόλη, αφού προηγουμένως είχε προστεθεί γλυκόζη. Η μέγιστη τιμή αιθανόλης που παράχθηκε είχε ιδιαίτερα χαμηλή απόδοση της τάξης των 0,03 g/g ξηρών στερεών αποβλήτων.

Τέλος, όσον αφορά τη θερμική προκατεργασία πρέπει να επισημανθεί πως αυτή αξιοποιείται σε μεγάλο βαθμό σε υγρά απόβλητα που έχουν αραιωθεί σε ποσοστό 50%, ενώ εν συνεχεία ακολουθεί η ζύμωσή τους – καθώς βρισκόμαστε ακόμη στο στάδιο της προκατεργασίας- με το μύκητα *Pleurotus sajor-caju*. Το αποτέλεσμα της ζύμωσης

αυτής, αφού το προϊόν της προκατεργασίας χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια του μύκητα *Saccharomyces cerevisiae*, ήταν η παραγωγή 14,2 g βιοαιθανόλης/L, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκε και απομάκρυνση των φαινολικών ενώσεων που εμπεριέχονται στα υγρά απόβλητα (Massadeh & Modallal, 2007).

4.2.3. Παραγωγή βιοντήζελ

Η βασικότερη χρήση των αποβλήτων είναι φυσικά στην παραγωγή βιοντήζελ, καθώς ως υποκατάστατο του πετρελαίου μπορεί να αξιοποιηθεί με ποικίλους τρόπους. Αρχικά, όμως πρέπει να αναφέρουμε τι ακριβώς είναι το βιοντήζελ. Πρόκειται για ένα σύγχρονο και πολλά υποσχόμενο καύσιμο της εναλλακτικής μορφής καυσίμων, το οποίο φέρει μερικά πολύ σημαντικά προτερήματα έναντι των υπολοίπων, όπως είναι η μη τοξικότητά του, η βιοαποικοδόμησή του, καθώς και πως πρόκειται για ένα καύσιμο ανανεώσιμο (Dermeche et al., 2013).

Πως προκύπτει, όμως, το βιοντήζελ; Η δημιουργία του εναλλακτικού αυτού καυσίμου στηρίζεται κυρίως στην ικανότητα που έχει ο ζυμομύκητας *Lipomyces starkey* να αναπαράγεται και να πολλαπλασιάζεται εντός των υγρών αποβλήτων, και πιο συγκεκριμένα στο υπόστρωμά τους, παρά τις αντιμικροβιακές ιδιότητες των φαινολικών ενώσεων που εμπεριέχουν τα απόβλητα (Yousuf et al., 2010). Το αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού του εν λόγω μύκητα, καθώς και της δημιουργίας και ανάπτυξης πληθυσμών στο υπόστρωμα των υγρών αποβλήτων είναι η διάσπασή τους, καθώς και η παραγωγή λιπιδίων. Ανάμεσα στα λιπίδια που παράγονται εκείνο που επικρατεί είναι το ελαϊκό οξύ, κάτι που, σύμφωνα πάντοτε με τους μελετητές του ζητήματος, καθιστά πολύ σημαίνουσα τη χρήση των υγρών αποβλήτων, που συνδυάζονται με τον ζυμομύκητα *Lipomyces starkey* και μπορούν να αξιοποιηθούν ως πρωταρχική ύλη με σκοπό την δημιουργία 2^{ης} γενιάς βιοντήζελ.

Ωστόσο, οι μελέτες δεν έχουν σταθεί μόνο στα υγρά απόβλητα, αλλά έχουν προχωρήσει και στα στερεά υπολείμματα, μιας και η ελαιοζύμη έχει λιπανθεί από τον μύκητα *Thermomyces lanuginosus*. Στην ελαιοζύμη είχε προηγηθεί ενεργοποίηση της με πολυγλουταραλδεϋδη (Yücel, 2012). Η απόδοση σε βιοντήζελ ήταν περίπου ίση με

93%, ενώ συνθήκες στις οποίες έγιναν οι μελέτες θεωρήθηκαν οι καλύτερες, αν αναλογιστεί κανείς τα ακόλουθα:

1. θερμοκρασία αντίδρασης στους 40°C, 2.
2. λόγος αλκοόλης:νερού 5,3:1,
3. συγκέντρωση λιπάσης 5,8% w/w και,
4. χρόνος αντίδρασης (24 ώρες)

4.3. Αξιοποίηση στη γεωργία

4.3.1. Παραγωγή οργανικών λιπασμάτων

Οι λόγοι για τους οποίους τα απόβλητα πρέπει προηγουμένως να έχουν επεξεργαστεί πριν την οποιαδήποτε χρήση τους είναι, όπως έχουμε προαναφέρει, πως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια στην γεωργία, χωρίς οποιαδήποτε επεξεργασία, εξ αιτίας των στοιχείων που εμπεριέχουν, με αποτέλεσμα να θεωρούνται τοξικά. Στις ελάχιστες περιπτώσεις που έχει γίνει προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν άμεσα στο έδαφος έχουν επηρεάσει αρνητικά την χλωρίδα της περιοχής, κυρίως τα σκέλη της ανάπτυξης των φυτών αλλά και την δραστηριότητα διαφόρων μικροοργανισμών (Paredes et al., 1987; Gallardo-Lara et al., 2000; Mekki et al., 2006; Aqeel & Hameed, 2007; Graber et al., 2009; Aharonov-Nadborny et al., 2012).

Μία από τις πιο σημαντικές αιτίες, οι οποίες ευθύνονται για την δημιουργία του φαινομένου της φυτοτοξικότητας, όταν η ρίψη των υγρών αποβλήτων γίνεται χωρίς να έχει υπάρξει προηγουμένως κάποιου είδους επεξεργασία, είναι τα μεγάλα ποσοστά φαινολικών ενώσεων που εμπεριέχονται σε αυτά. Οι ενώσεις αυτές είναι ιδιαιτέρως φυτοτοξικές, ενώ σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί έχει αποδειχτεί ότι ευθύνονται και για την παρεμπόδιση της φυτρωτικότητας των σπερμάτων. Πρέπει να σημειωθεί, όμως, πως η απομάκρυνση όλων των στοιχείων που δυσχαιρένουν την επεξεργασία των αποβλήτων, όπως είναι εκείνα των φαινολικών ενώσεων, η συγκέντρωση νερού σε αρκετά υψηλά επίπεδα, η οργανική ύλη, καθώς και τα θρεπτικά συστατικά, μπορούν να οδηγήσουν στη δημιουργία αποβλήτων που θα αξιοποιηθούν ως πρώτη ύλη με

σκοπό να δημιουργηθούν κατά κύριο λόγο λιπασμάτων, αλλά και εδαφοβελτιωτικών (Dermeche et al., 2013). Όσον αφορά την απομάκρυνση των φαινολικών ενώσεων έχουν γίνει διάφορες συζητήσεις και προτάσεις επί του θέματος, όπως μεταξύ άλλων είναι και η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων διάφορα βακτήρια, όπως *Candida holstii* (Sassi et al., 2008), *Candida oleophilla* (Amaral et al., 2012), και *Lentinula edodes* (D’Annibale et al., 2004).

Σύμφωνα με όσα έχουν παρουσιαστεί σε μελέτες φαίνεται πως όσον αφορά την πρώτη περίπτωση, παρατηρήθηκε μεγάλη μείωση στη συγκέντρωση των ποσοστών των φαινολικών ενώσεων, κατά 39%, ενώ στη συνέχεια όταν τα επεξεργασμένα αυτά απόβλητα αξιοποιήθηκαν στη γεωργία και πιο συγκεκριμένα στην καλλιέργεια σιταριού αυτό λειτούργησε ευεργετικά όσον αφορά στη φυτρωτική ικανότητά του (Sassi et al., 2008). Από την άλλη μεριά όταν στα απόβλητα έγινε επεξεργασία τους με *Candida oleophilla* οι φαινολικές ενώσεις μειώθηκαν σε ποσοστό που άγγιξε το 83%. Τα κατεργασμένα απόβλητα αυτά αξιοποιήθηκαν αυτή τη φορά σε σπόρους κάρδαμου (*Lepidium sativum*), έχοντας τα αντίστοιχα αποτελέσματα με εκείνα του σιταριού, βελτιώνοντας δηλαδή την φυτρωτική του ικανότητα. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί και η προσπάθεια κατεργασίας που έγινε με *Lentinula edodes*. Στην εν λόγω περίπτωση παρατηρήθηκε μείωση των φαινολικών ενώσεων σε ποσοστό που άγγιξε το 88%, ενώ τα κατεργασμένα αυτά υγρά απόβλητα χρησιμοποιήθηκαν σε σπόρους σκληρού σιταριού, υποβοηθώντας την φυτρωτικότητά τους (Amaral et al., 2012).

Κατά καιρούς έχουν υπάρξει ορισμένες αρκετά αξιόλογες προτάσεις, σχετικά με το να δημιουργηθούν κομπόστ με σκοπό να καταφέρουν να μετατραπούν και να αξιοποιηθούν ως λίπασμα τα υγρά απόβλητα από τα ελαιοτριβεία. Μελέτες έχουν αποδείξει πως όταν τα υγρά απόβλητα κομποστοποιούνται με άχυρο κριθαριού τότε ενδέχεται να μειωθεί σε μεγάλο ποσοστό η ολική οργανική ύλη, στις τάξεις του 52%, ενώ παράλληλα οι φαινολικές ενώσεις μπορεί να διασπαστούν ως και 95%, σε χρονικό διάστημα δύο μηνών από τη στιγμή της κομποστοποίησης. Οι ερευνητές του θέματος αναφέρουν πως τα αποτελέσματα τους είναι ενδεικτικά και αποδεικνύουν πως κατά τη διάρκεια μιας κανονικής διεργασίας κομποστοποίησης, είναι εφικτό τα υγρά τοξικά απόβλητα των ελαιοτριβείων, να μετατραπούν σε προϊόντα που θα έχουν

ικανοποιητικές ιδιότητες και θα μπορούν να αξιοποιηθούν ως οργανικά λιπάσματα (Zenjari et al. 2006).

4.3.2. Εφαρμογή ως παρασιτοκτόνων

Μία ακόμα πρόταση που έχει προταθεί προς εφαρμογή, με σκοπό να βρεθεί μία βιώσιμη και καλή λύση για την αξιοποίηση των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία είναι εκείνη της χρήσης τους ως προϊόντων που θα προσφέρουν φυτοπροστατευτική δράση.

Πολλοί μελετητές, έπειτα από έρευνες που έχουν γίνει, έχουν αναφέρει πως οι περιεχόμενες στα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων πολυφαινόλες είναι ιδιαίτεως τοξικές ως προς ορισμένα φυτοπαθογόνα βακτήρια, όπως είναι τα: *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Gram-αρνητικό) και *Corynebacterium michiganense* (Gram-θετικό). Ωστόσο, οι μετρήσεις για τους δείκτες τοξικότητας και της βακτηριοκτόνου δράσεως έγιναν πριν πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε μορφή επεξεργασίας στα υγρά απόβλητα. Στα τελευταία λοιπόν, ανάμεσα στις κύριες πολυφαινόλες που εμπεριέχονταν, η μεθυλοκατεχόλη αποδείχτηκε πως διέθετε την καλύτερη βακτηριοκτόνο δράση σε σχέση με το *Ps. syringae* pv. *Savastanoi*, ενώ παράλληλα η τοξική δράση της ο-κινόνης, η συγκέντρωση της οποίας διατίθεται σε εξαιρετικά μικρότερα ποσοστά, ήταν εξαιρετικά ισχυρή σε σχέση με τα δύο είδη βακτηρίων που εξετάστηκαν (Carasso et al., 1995).

Μετά την επεξεργασία των καρπών, διαφορετικών ποικιλιών ελαιόδεντρων, όπως ήταν η ποικιλία *Mission* αλλά και η ποικιλία *Frantoio* της Αυστραλίας, πάρθηκαν δείγματα φαινολικών κλασμάτων από τα υγρά απόβλητά τους, στα οποία ανιχνεύτηκε ότι διαθέτουν ένα ευρύτατο φάσμα αντιβακτηριδιακών δράσεων έναντι άλλων στελεχών, όπως είναι εκείνα των: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* και *Pseudomonas aeruginosa*. Παράλληλα αξίζει να σημειωθεί πως στα φαινολικά κλάσματα που εντοπίστηκαν στα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, στις δύο προαναφερθείσες ποικιλίες, παρουσιάστηκε και η εμφάνιση σημαντικής κοχλιολειμακοκτόνας δράσης, ως προς τα *Isidorella newcombi*. Οι τιμές LD50

ισούνταν με 424 ppm για την ποικιλία Mission και 541 ppm για την ποικιλία Frantoio (Obied et al., 2007).

Τέλος, έχει βρεθεί και μία άλλη χρήση των συμπυκνωμένων υγρών αποβλήτων, τα οποία είναι εξαιρετικά πλούσια σε υδροξυτυροσόλη και που όταν εφαρμόζονται ως λίπασμα για σπόρους ντομάτας ή πεπονιού φαίνεται πως διαθέτουν εξαιρετικά υψηλή απολυμαντική δράση ενάντια στα *Fusarium sambucinum*, *Verticillium dahliae* και *Alternaria solani*. Ταυτόχρονα με την απολυμαντική τους δράση διαθέτουν και ευεργετικές ιδιότητες, ενισχύοντας την ευρωστία των σπόρων των φυτών, γεγονός που αξιολογήθηκε έπειτα από μετρήσεις των ποσοστών φυτρωτικότητας, του βάρους και ύψους του βλαστού, καθώς και του μήκους των ριζών (Yangui et al., 2009).

4.4.Αξιοποίηση στην κτηνοτροφία

Ίσως από τις βασικότερες προτάσεις που έχουν γίνει ως προς την αξιοποίηση των αποβλήτων που προέρχονται από τα συστήματα ελαιουργίας δύο φάσεων είναι εκείνη της χρήσης τους ως ζωοτροφές (Alcaide & Nefzaoui, 1996). Αν και σε θεωρητικό επίπεδο αποτελεί μία καλή λύση, στην πράξη είναι ελαφρώς πιο δύσκολη η χρήση τους, καθώς τα υψηλά ποσοστά δύσπεπτων διαιτητικών ινών, αλλά και οι χαμηλές συγκεντρώσεις διάφορων πρωτεϊνών (κυρίως λυσίνης), δεν βοηθούν ως προς αυτό, καθιστώντας απαραίτητο τον εμπλουτισμό τους με πρωτεϊνικά συμπληρώματα (Alcaide et al., 2003).

Για τους λόγους αυτούς το 2010 έγινε μία νέα διερεύνηση με σκοπό την κατεργασία τους με ορισμένους μύκητες, του είδους *Pleurotus ostreatus* αλλά και *Pleurotus pulmonarius* με απώτερο σκοπό τη βελτίωση της θρεπτικής αξίας της ελαιοζύμης. Η έρευνα αυτή απέδειξε την αύξηση πρωτεϊνικού περιεχομένου σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 7 έως και 29%, εντός ενός μίγματος 25% ελαιοζύμης με ορισμένες πολύ βασικές, συμβατικές ζωοτροφές, όπως είναι το πίτουρο σιταριού, οι κόκοι από κριθάρι, το τριφύλλι και πολλά άλλα, ενώ παράλληλα παρουσιάστηκε απομάκρυνση των φαινολικών ενώσεων που εμπεριέχονταν, σε ποσοστό που κυμάνθηκε από 50 μέχρι και 90%, έπειτα από την επώαση που έγινε με τους μύκητες, συνολικής διάρκειας έξι

εβδομάδων. Παρόλα αυτά, δεν είχε παρόμοια ισχύ η απομάκρυνση των λιγνιτών ούτε ιδιαίτερη μείωση των ημικυτταρινών, περισσότερο μέτρια θα μπορούσε να χαρακτηριστεί, γεγονός που με τη σειρά του έκανε τους ερευνητές να εξάγουν το συμπέρασμα πως η εν λόγω μέθοδος δεν καθίσταται ικανή για να βελτιώσει ταυτόχρονα και την πεπτικότητα, αλλά και του ενεργειακού περιεχομένου του μίγματος ελαιοζύμης – ζωοτροφών (Brozzoli et al., 2010).

Το μεγαλύτερο πρόβλημα, ωστόσο, το οποίο καθιστά απαγορευτική την αξιοποίηση των αποβλήτων ως τροφές ζώων είναι το υψηλό κόστος που έχουν οι διεργασίες για να απομακρυνθούν οι αντιθρεπτικοί παράγοντες, το οποίο δεν αποτελεί βιώσιμη σε οικονομικό επίπεδο λύση.

4.5. Αξιοποίηση ως υποστρώματος για την παραγωγή εδώδιμων μυκήτων

Ανάμεσα στις άλλες εφαρμογές που έχουν προταθεί υπάρχει και εκείνη της χρήσης των αποβλήτων των ελαιοτριβείων ως θρεπτικό υπόστρωμα με σκοπό να αναπτυχθούν εδώδιμοι μύκητες. Αρχικά, από τις έρευνες που έγιναν ανιχνεύτηκε πως η κομποστοποίηση των υγρών αποβλήτων είχε θετική επίδραση όσον αφορά την παραγωγή μυκήτων, κυρίως του είδους *Agaricus bisporus* (Lange) Sing., το οποίο είναι γνωστός ως λευκό μανιτάρι. Πρόκειται για το βασικότερο είδος βρώσιμου μύκητα που καλλιεργείται (Altieri et al., 2009). Οι έρευνες απέδειξαν περίτρανα πως το κομπόστ που δημιουργήθηκε από τα υγρά απόβλητα υπερείχε κατά πολύ του προϋπάρχοντος υποστρώματος που είχε ελεγχθεί, ως προς το σύνολο κριτηρίων ποιότητας που είχαν χρησιμοποιηθεί με σκοπό την σωστή αξιολόγησή τους. Το υπόστρωμα αυτό των υγρών αποβλήτων ήταν ικανό να αναθρέψει μεγαλύτερο αριθμό πληθυσμιακών ομάδων από μύκητες που έχουν εξαιρετικά οφέλη, κυρίως ακτινομυκήτων, γεγονός που με τη σειρά του υποβοήθησε τη διάσπαση των συστατικών του υποστρώματος. Σε παρόμοια έρευνα παρατηρήθηκε και το εξής: σε καλλιέργεια άλλων ειδών μυκήτων, όπως ο *Pleurotus* (*P. eryngii* και *P. pulmonarius*) υπήρξε καλύτερη ανάπτυξη εξαιτίας της χρήσης στερεών αποβλήτων που είχαν πεπιεστεί και εμποτιστεί με υγρά απόβλητα. Πιο αναλυτικά, το υπόστρωμα που είχαν ριχθεί τα υγρά απόβλητα σε σχετικά χαμηλές



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

συγκεντρώσεις της τάξεως του 12,5% v/w, είχε ικανοποιητικότερο βαθμό δημιουργίας και ανάπτυξης των αποικιών αλλά και απόδοσης σε μύκητες. Παρόλα αυτά, όταν το υπόστρωμα εμπλουτίζεται με μεγάλες συγκεντρώσεις από τα υγρά απόβλητα σε ποσοστό της τάξεως 5–100% v/w, αποδείχτηκε ότι τα στελέχη του εκάστοτε μύκητα είχαν απόλυτη αδυναμία ανάπτυξης.

Για τους λόγους αυτούς υπήρξαν διάφορες προτάσεις, κυρίως από τους Zervakis et al., όπου σε έρευνά τους το 1996 ανέφεραν πως το καλύτερη ποσοστό συγκέντρωσης των υγρών αποβλήτων στο υπόστρωμα, για την καλύτερη λειτουργία της ανάπτυξης ήταν από 25 μέχρι 50%. Το ποσοστό αυτό αλλάζει αναλόγως το είδος του μύκητα του γένους *Pleurotus*, το οποίο καλλιεργείται κάθε φορά. Γεγονός πάντως αποτελεί πως όταν το υπόστρωμα εμπλουτιστεί με υγρά απόβλητα σε συγκέντρωση έως 25% οι επιδράσεις είναι εξαιρετικά θετικές και στην περίπτωση μυκήτων του είδους *Pleurotus ostreatus* (Zervakis et al., 1996).

Τέλος, όσον αφορά στην αξιολόγηση και τη σύγκριση των στελεχών του *Lentinula edodes* -πρόκειται για το γνωστό σε όλους μανιτάρι σιτάκε-, το 2010 σε έρευνα που πραγματοποιήσαν οι Lakhtar et al. κατάφεραν να επιτύχουν την ανίχνευση τεσσάρων στελεχών του μύκητα και να εντοπίσουν πως η καλλιέργειά τους εντός ενός υποστρώματος το οποίο θα είχε εμπλουτιστεί σε ποσοστό 20% υγρών αποβλήτων απέδιδε ικανοποιητική βιομάζα. Το σημαντικότερο όμως αποτέλεσμα της εν λόγω έρευνας, ωστόσο, ήταν πως όταν έγινε στο ένα εξ αυτών των τεσσάρων στελεχών, και συγκεκριμένα στο Le119, καλλιέργειά του απευθείας σε υγρά απόβλητα, τα απόβλητα αυτά παρουσίασαν αποχρωματισμό σε ποσοστό που άγγιξε το 65%, ενώ παράλληλα οι φαινολικές ενώσεις μειώθηκαν κατά 75%. Ως εκ τούτου, η συγκεκριμένη μέθοδος έχει δυνατότητες ως προς μία διπλή αξιοποίηση, είτε κατά την παραγωγή του μανιταριού σιτάκε, είτε με σκοπό να μειωθεί το φυτοτοξικό περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων που παράγονται από τα ελαιοτριβεία (Lakhtar et al., 2010).

4.6. Αξιοποίηση για την απομόνωση χρήσιμων χημικών ενώσεων

4.6.1. Παραλαβή αντιοξειδωτικών και φαινολικών ενώσεων

Μεγάλη είναι και η συζήτηση που έχει πραγματοποιηθεί όσον αφορά τους τρόπους που μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο τα υγρά, όσο και τα στερεά απόβλητα των ελαιοτριβείων με σκοπό να παραλαμβάνονται φαινολικές ενώσεις, αλλά και ενώσεις που έχουν πολύ έντονη αντιοξειδωτική δράση. Για τον λόγο αυτό έχουν γίνει πολλές μελέτες από σημαντικούς ερευνητές του ζητήματος. Οι ομάδες των προαναφερθεισών ενώσεων διαθέτουν υψηλά ποσοστά συγκέντρωσης στα απόβλητα των ελαιοτριβείων, ενώ από την άλλη οι αντιοξειδωτικές και οι φαινολικές ενώσεις έχουν έντονα βιολογικό ρόλο. Παράλληλα, υπάρχει ένας σχετικά μεγάλος αριθμός από πρόσφατες εφαρμογές, οι οποίες έχουν προταθεί με σκοπό την αξιοποίησή τους. Όλα τα παραπάνω καταδεικνύουν τους λόγους που το ενδιαφέρον έχει στραφεί προς τους εν λόγω τρόπους αξιοποίησης των αποβλήτων. Οι Araújo et al. το 2015 έχουν κάνει μία επιγραμματική ανασκόπηση των φαινολικών ενώσεων που έχουν απομονωθεί από απόβλητα ελαιοτριβείων, τα οποία θα παρουσιαστούν αδρομερώς εν συνεχεία (Araújo et al., 2015).

Όσον αφορά στα υγρά απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία έχουν ανιχνευτεί σε αυτά διάφορες πολυφαινόλες ανάμεσα στις οποίες είναι οι: μεθυλοκατεχόλη, κατεχόλη, υδροξυτυροσόλη, τυροσόλη, ακετυλοκατεχόλη, γουαϊακόλη, ο-κινόνη (Carasso et al., 1995). Ωστόσο, οι De Leonardis et al. επισημαίνουν ότι εκτός από την ανίχνευση της υδροξυτυροσόλης και της τυροσόλης έχει βρεθεί και καφεϊκό αλλά και φερουλικό οξύ στα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, ο εκχυλισμός των οποίων είχε πραγματοποιηθεί με οξικό αιθυλεστέρα (De Leonardis et al., 2007).

Έπειτα από όξινη και αλκαλική διάλυση, η οποία εφαρμόστηκε στην ελαιοζύμη, πάρθηκαν μεθανολικά εκχυλίσματα για δείγμα και σε αυτά βρέθηκε πως εμπεριέχονται τόσο ορισμένες ελεύθερες φαινολικές ενώσεις, όπως είναι μεταξύ



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

άλλων: το πρωτοκατεχικό οξύ, το υδροξυβενζοϊκό οξύ, το σιναπικό οξύ, το πικουμαρικό οξύ, η ρουτίνη, καθώς τέλος και η εσπεριδίνη. Παράλληλα εμπεριέχονται σε αυτό και ορισμένες δεσμευμένες φαινολικές ενώσεις, όπως συριγγικό, σιναπικό, καφεϊκό και πρωτοκατεχικό οξύ (Alu'datt et al., 2010).

Παράλληλα, χαρακτηριστικό είναι πως ισχυρές αντιοξειδωτικές δόσεις εμφανίζονται και στα βουτανολικά εκχυλίσματα ελαιοζύμης, σε σύγκριση με το συνθετικό αντιοξειδωτικού ΒΗΤ, του οποίου η χρήση είναι ευρέως διαδεδομένη. Τα εκχυλίσματα αυτά φαίνεται να είναι πλούσια σε διάφορα οξέα, όπως κουμαρικό, φερουλικό και κινναμικό οξύ αλλά ολεωρωπαΐνη. Επιπλέον, τα εκχυλίσματα αυτά φαίνεται να διαθέτουν εξαιρετικά ισχυρή δράση έναντι των ελεύθερων ριζών (Amro et al., 2002).

Εν γένει πάντως όλες οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για το συγκεκριμένο ζήτημα τείνουν να συγκλίνουν στα ίδια συμπεράσματα: ότι δηλαδή και τα στερεά αλλά και τα υγρά απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία είναι σπουδαία πηγή φαινολικών ενώσεων, ιδιαιτέρως αν αναλογιστεί κανείς πως το κόστος τους δεν είναι υψηλό, ενώ διατίθενται και σε πολύ μεγάλες ποσότητες. Παρόλα αυτά, τα απόβλητα δεν παρουσιάζουν ομοιομορφία, όσον αφορά τη σύστασή τους σε φαινολικές ενώσεις, γεγονός που με τη σειρά του κάνει επιτακτική την ανάγκη να αναπτυχθούν εύρωστες και επαναλήψιμες ενόργανες χημικές μέθοδοι με σκοπό να απομονώνονται και να ταυτοποιούνται οι μεταβολίτες τους, έτσι ώστε να είναι άμεσα αξιοποιήσιμες σε όσο το δυνατόν πιο πολλές εφαρμογές.

Ομάδα ενώσεων	Ενώσεις
<u>Φαινολικές αλκοόλες</u>	<u>υδροξυτυροσόλη, τυροσόλη, γλυκοζίτες υδροξυτυροσόλης</u>
<u>Σεκοϊριδοειδή</u>	<u>ολευρωπαΐνη, 3,4-DHPEA-EA, λιγκστροζίτης, 3,4-DHPEA-EDA, π-HPEA-EDA</u>
<u>Φαινολικά οξέα και αλδεΐδες</u>	<u>καφεϊκό οξύ, π-κουμαρικό οξύ, φερούλικό οξύ, γαλλικό οξύ, βανιλλικό οξύ, βανιλίνη, πρωτοκατεχικό οξύ</u>
<u>Φλαβονοειδή</u>	<u>ρουτίνη, λουτεολίνη, 7-O-γλυκοζίτης της λουτεολίνης, σπινενίνη, 7-O-γλυκοζίτης της σπινενίνης</u>
<u>Γλυκοζίτες φαινυλαιθανοειδών</u>	<u>βεομπασκοζίτης</u>
<u>Παράγωγα π-κουμαρικού οξέος</u>	<u>κομσελογοζίτης</u>

Εικόνα 13: Κύριες φαινολικές ενώσεις που έχουν ταυτοποιηθεί σε απόβλητα ελαιοτριβείων

4.6.2. Παραλαβή πηκτινών

Η παραλαβή πηκτινών από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι ένας ακόμη τρόπος αξιοποίησής τους. Τι είναι, όμως, οι πηκτίνες και πως ενδέχεται να βοηθήσουν; Αρχικά, οι πηκτίνες είναι φυσικά κολλοειδή των οποίων γίνεται ευρέως χρήση τους από τις βιομηχανίες τροφίμων, κυρίως ως πρόσθετα, δηλαδή γαλακτωματοποιητές, πηκτωματογόνα και σταθεροποιητές, ενώ στην ευρωπαϊκή κωδικοποίηση αναφέρονται ως E440. Οι σημαντικότερες πηγές τους είναι τα μήλα, καθώς και οι φλοιοί από διάφορα εσπεριδοειδή. Οι ερευνητές, ωστόσο, έχουν εστιάσει το ενδιαφέρον τους στην προσπάθεια να βρεθούν επιπρόσθετες πηγές πηκτινών, δίνοντας έμφαση στην προσπάθεια να αξιοποιηθούν παραπροϊόντα ως πρώτες ύλες (Γενικό Χημείο του Κράτους, 2008).

Όσον αφορά τα απόβλητα που δημιουργούνται στα ελαιοτριβεία από τα συστήματα δύο φάσεων φαίνεται πως είναι μία αρκετά χαμηλή σε κόστος πρώτη ύλη, στην οποία έχουν γίνει δοκιμές, σε πειραματικό στάδιο, τα αποτελέσματα των οποίων ήταν σε μεγάλο βαθμό ικανοποιητικά. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν μετρήσεις και συγκριτικές έρευνες ανάμεσα στο εκχύλισμα που λήφθηκε από τις πηκτίνες από τον εν λόγω τύπο

αποβλήτων με ένα εκχύλισμα πηκτινών εσπεριδοειδών, ως τυπικό-αντιπροσωπευτικό δείγμα των εμπορικά διαθέσιμων πηκτινών. Το συμπέρασμα που εξήχθη από αυτήν την έρευνα είναι πως η παραγόμενη από το σύστημα δύο φάσεων ελαιοζύμη, ήταν πως αυτή μπορεί να καταστεί σημαντική πηγή για πηκτίνες, οι οποίες έχουν εξαιρετικά χρήσιμες ιδιότητες για ορισμένες εφαρμογές (Cardoso et al., 2003).

4.6.3. Παραλαβή ενζύμων

Ένας άλλος τομέας στον οποίο έχουν γίνει εκτεταμένες έρευνες προκειμένου να ανιχνευτεί η χρησιμότητα των αποβλήτων ελαιουργίας με σκοπό να παραχθούν από αυτά ένζυμα που θα αξιοποιηθούν για μία ευρεία γκάμα βιομηχανικών εφαρμογών, όπως είναι πρωτίστως ο τομέας γαλακτοκομικών και φαρμακευτικών προϊόντων, αλλά και σε διάφορα απορρυπαντικά του εμπορίου (Dermeche et al., 2013). Όπως και σε προηγούμενες έρευνες έτσι και σε αυτοί οι Crognale et al. το 2006 έκαναν μία συνολική ανασκόπηση από όλες τις έρευνες που είχαν διεξαχθεί από το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης και Περιβαλλοντικής Μικροβιολογίας του ιταλικού πανεπιστημίου της Tuscìa, οι οποίες σχετίζονταν με την χρήση των αποβλήτων, κάνοντας εκτενείς αναφορές ανάμεσα σε άλλα, στην επιτυχία που είχε η λήψη των ενζύμων από απόβλητα ελαιουργίας. Τα κυριότερα από τα ένζυμα αυτά ήταν: λιπάση από το μύκητα *Candida cylindracea*, λακκάση και Mn-εξαρτώμενης υπεροξειδάσης από τον *Panus tigrinus* και πηκτινασών από τον *Cryptococcus albidus* var. *Albidus* (Crognale et al., 2006).

Από τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων είχε εξαχθεί η λιπάση, έπειτα από συγκεκριμένη κατεργασία που είχαν υποστεί με τη χρησιμοποίηση συγκεκριμένων στελεχών του μύκητα *Yarrowia lipolytica*. Παράλληλα, ωστόσο, από την διεργασία αυτή προήλθε και ένα ακόμα αποτέλεσμα: σχηματίστηκε κιτρικό οξύ (Lanciotti et al., 2005). Επιπλέον στελέχη των μυκήτων που προήγαγαν την παραγωγή λιπάσης από τα υγρά απόβλητα ήταν οι: *Geotrichum candidum*, *Rhizopus arrhizus*, *Rhizopus oryzae*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger* και *Penicillium citrinum* (D’Annibale et al., 2006).

Τέλος, σχετικά με τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία στην έρευνα αναφέρθηκε πως η ανάμειξη ελαιοζύμης και στερεών υπολειμμάτων καλλιέργειας ζαχαροκάλαμου είχε χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία με σκοπό να παραληφθεί λιπάση, έπειτα από την επεξεργασία που είχε υποστεί με μύκητες των ειδών *Rhizomucor pusillus* και *Rhizopus rhizopodiformis* (Cordova et al., 1998).

4.7. Αξιοποίηση για τον καθαρισμό νερού και λυμάτων

Ο τελευταίος τομέας -και ίσως και ο πιο σημαντικός, αν αποδεικνυόταν εύκολη η αξιοποίηση των αποβλήτων- ήταν η προσπάθεια αξιοποίησής τους για τον καθαρισμό του νερού ή λυμάτων, καθώς η ικανότητά τους να έλκουν, να απορροφούν και να δεσμεύουν μόρια ή ιόντα από μία επιφάνεια είναι εξαιρετικά αυξημένη. Εξαιτίας αυτής της σημαντικής τους ιδιότητας έχουν λάβει χώρα οι προσπάθειες, ώστε να αξιοποιηθούν διάφορες μέθοδοι και που έχουν προταθεί κατά καιρούς έτσι ώστε να εφαρμοστούν τα απόβλητα, αφού υποστούν κατεργασία, στον καθαρισμό νερού και λυμάτων (Dermeche et al., 2013).

Όσον αφορά στον καθαρισμό των τελευταίων, όταν εφαρμόστηκε ελαιοζύμη σε λύματα που εμπειρείχαν μία δραστική βαφή υφασμάτων, και πιο συγκεκριμένα την RR198, το αποτέλεσμα ήταν να επιτευχθούν εξαιρετικά υψηλές τιμές απορρόφησης της χρωστικής ουσίας, οι οποίες κυμαίνονταν μεταξύ $6,05 \times 10^{-5}$ και $1,08 \times 10^{-4} \text{ mol/g}$, γεγονός που ήταν άρρηκτα συνδεδεμένο και με τη θερμοκρασία.

Η καλύτερη απορρόφηση επιτυγχάνθηκε εκεί όπου το pH ισούταν με 2, ενώ για να επέλθει η ισορροπία έπρεπε να περάσουν 40 λεπτά, ενώ η συγκέντρωση της ελαιοζύμης ισούταν με ίση με 3,0 g/L λυμάτων. Έτσι, το συμπέρασμα το οποίο εξήγαγαν οι μελετητές του ζητήματος ήταν πως είναι εφικτό να αξιοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα η ελαιοζύμη ως βιοπροσροφητικό υλικό με σκοπό την καλύτερη κατεργασία των λυμάτων. Σε αυτό πρέπει να ληφθεί και σοβαρά υπόψιν το γεγονός πως για την χρήση της ελαιοζύμης δεν χρειάζεται κάποια προκατεργασία (Akar et al., 2009).

Επιπλέον, ο ενεργός άνθρακας από ελαιοπυρήνες έχει δείξει παρόμοιες ικανότητες απορρόφησης και για τον λόγο αυτό έχει προταθεί ως μέσο για τον

καθαρισμό νερού και λυμάτων. Οι συγκρίσεις που έχουν γίνει για να δείξουν τις αποδόσεις του με προσροφητικά υλικά, τα οποία είναι διαθέσιμα στο εμπόριο, έγιναν με σκοπό τη δέσμευση των χρωστικών μπλε του μεθυλενίου (methylene blue), ροδαμίνη Β (rhodamine Β) και ερυθρό του Κονγκό (Congo red) από υδατικά διαλύματα και δείγματα λυμάτων (Najar-Souissi et al., 2005. Berrios et al., 2012). Από την άλλη μεριά, οι ελαιοπυρήνες, οι οποίοι είχαν υποστεί επεξεργασία με θειικό οξύ αποδείχτηκε πως διέθεταν καλύτερες ικανότητες προσρόφησης, κατά την εφαρμογή τους που έγινε με σκοπό να απομακρυνθεί η χρωστική σαφρανίνη από τα υδατίνα διαλύματα (Aziz et al., 2009b).

Πολυάριθμες είναι οι έρευνες οι οποίες έχουν καταφέρει να αναδείξουν ως κατάλληλα τα απόβλητα από τα ελαιοτριβεία αλλά και όσων παράγονται από αυτά σε εφαρμογές δέσμευσης βαρέων μετάλλων από υδατικά διαλύματα. Από τα εκχυλίσματα ελαιοζύμης, αλλά και από δείγματα των ελαιοπυρήνων που παρελήφθησαν κατέστη φανερό πως ο ενεργός άνθρακας βοηθά στην αποτελεσματική απομάκρυνση ιόντων του αρσενικού τριών σθενών από υδατίνα διαλύματα, ενώ ο ενεργός άνθρακας που προήλθε από την ελαιοζύμη με την διαδικασία της πυρόλυσης παρουσία υδρατμών εμφάνισε και την καλύτερη απόδοση (Budínova et al., 2006).

Τα ίδια αποτελέσματα, αν όχι και πιο ικανοποιητικά, εμφανίστηκαν και όταν εφαρμόστηκε ο ενεργός άνθρακας που προήλθε από ελαιοπυρήνες σε ορισμένα δείγματα νερού, έτσι ώστε να δεσμευτεί το αργίλιο. Μάλιστα, τα αποτελέσματα ήταν θεαματικά, αν αναλογιστεί κανείς, πως κάτω από τις ιδανικές συνθήκες που διενεργήθηκαν τα πειράματα, δηλαδή ουδέτερο pH (7) και θερμοκρασία περιβάλλοντος ~25°C, το αργίλιο απομακρύνθηκε από το νερό σε ποσοστό που άγγιξε το 100% (Ghazy et al., 2006).

Συγκρινόμενα με άλλα φθηνά προσροφητικά υλικά, οι επεξεργασμένοι ελαιοπυρήνες είχαν πολύ μεγαλύτερες αποδόσεις κατά τη διάρκεια της εφαρμογής τους με σκοπό να δεσμεύσουν τα ιόντα δισθενούς καδμίου από δείγματα νερού και λυμάτων (Aziz et al., 2009a; Aziz et al., 2009b; Moubarik & Grimi, 2015). Παρεμφερή είναι και τα αποτελέσματα κατά την απομάκρυνση ιόντων τρισθενούς και εξασθενούς χρωμίου από υδατικά διαλύματα μέσω της εφαρμογής ελαιοπυρήνων (Blázquez et al., 2009). Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί πως η ικανότητα προσρόφησης είναι άρρηκτα



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

συνδεδεμένη με το pH του διαλύματος, με τις μέγιστες τιμές να γγίζουν το 90% για τα ιόντα του τρισθενούς χρωμίου σε pH μεταξύ 4 και 6, ενώ η απομάκρυνση ιόντων εξασθενούς χρωμίου ήταν αρκετά πιο ψηλή από 80% σε $\text{pH} \leq 2$. Τέλος, τα ιόντα δισθενούς μολύβδου απομακρύνθηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό από τα υδατικά διαλύματα που είχαν αξιοποιηθεί από τους κατεργασμένους ελαιοπυρήνες ως μέσον προσρόφησης.

Επίλογος – Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, η καλλιέργεια της ελιάς και η παραγωγή ελαιόλαδου είναι μία από τους σημαντικότερους οικονομικούς παράγοντες των χωρών της Μεσογείου και έχει πολύ σημαντικά οφέλη, όπως και στη χώρα μας. Παρόλα αυτά από την παραγωγή του ελαιόλαδου παράγεται ένας τεράστιος όγκος αποβλήτων, όλων των μορφών, και υγρών και στερεών, αλλά και αέριων, τα οποία πρέπει να βρεθούν τρόποι να επεξεργάζονται, ώστε να μην αποτελούν παράγοντες μόλυνσης, με δυσάρεστες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κακή διαχείριση των αποβλήτων τα προηγούμενα έτη είχε δημιουργήσει μία σειρά από διάφορα προβλήματα, με κυριότερο εκείνο της φυτοτοξικότητας, αλλά και της αλλοίωσης των εδαφικών χαρακτηριστικών, της ρύπανσης των χερσαίων καθώς και των υδάτινων οικοσυστημάτων.

Οι επιπτώσεις αυτές οφείλονται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους στους υψηλούς δείκτες τοξινών που εμπεριέχονται στα απόβλητα, καθώς και στην οργανική ύλη, τα λιπίδια και τις φαινολικές ενώσεις. Για τον λόγο αυτόν έχουν γίνει πολυάριθμες προσπάθειες ώστε να δημιουργηθούν διάφορες μέθοδοι, όπως είναι μηχανικές, θερμικές, χημικές, βιολογικές ή ένας συνδυασμός των προαναφερθέντων, τόσο για τα υγρά όσο και για τα στερεά απόβλητα, ώστε να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η ρυπογόνος δράση τους και η απόθεσή τους στα οικοσυστήματα, υδάτινα ή χερσαία, να μην είναι επισφαλής.

Παρόλα αυτά, οι πολυάριθμες επιστημονικές έρευνες και προσεγγίσεις που έχουν γίνει με τις εν λόγω μεθόδους δεν έχουν αποκλειστικό στόχο τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων, αλλά γίνεται μία συντονισμένη προσπάθεια να βρεθεί λύση έτσι ώστε να αξιοποιούνται σε διάφορους τομείς, όπως είναι η χρήση τους ως πρώτη ύλη καυσίμων κτλ.

Οι κυριότερες μέθοδοι που έχουν προταθεί για την αξιοποίηση των αποβλήτων των ελαιουργείων, οι οποίες αναλύθηκαν στην παρούσα εργασία είναι οι τέσσερις ακόλουθοι:

- Εφαρμογές βιοενέργειας: αξιοποίηση αποβλήτων ελαιοτριβείων για την παραγωγή βιομεθανίου, βιοαιθανόλης και βιοντίζελ,



ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”

- Εφαρμογές στον αγροτικό τομέα: αξιοποίηση αποβλήτων ελαιοτριβείων για την παραγωγή λιπασμάτων, φυτοπροστατευτικών, ζωοτροφών ή συμπληρωμάτων τους, υποστρωμάτων για την καλλιέργεια εδώδιμων μυκήτων,
- Εφαρμογές απομόνωσης χρήσιμων χημικών ενώσεων: αξιοποίηση αποβλήτων ελαιοτριβείων για την παραλαβή φαινολικών ενώσεων, φυσικών αντιοξειδωτικών, πηκτινών, ενζύμων και
- Εφαρμογές για την απομάκρυνση επιβλαβών ουσιών από το νερό και από λύματα.

Παρόλα αυτά, πρέπει να επισημανθεί στο σημείο αυτό πως η προσπάθεια εξεύρεσης λύσης για τα απόβλητα των ελαιοτριβείων αλλά και το ερευνητικό ενδιαφέρον περιστρέφεται μόνο σε ένα ακαδημαϊκό επίπεδο μελέτης του προβλήματος παρά στην προσπάθεια πρακτικής βιομηχανικής εφαρμογής στα ίδια τα ελαιοτριβεία. Ως αποτέλεσμα αυτού είναι να μην υπάρχουν τόσο άμεσα θετικά αποτελέσματα και όλες οι έρευνες να παραμείνουν απλώς κενό γράμμα στην επιστημονική κοινότητα, χωρίς να υπάρχει οποιαδήποτε προοπτική εφαρμογής των συγκεκριμένων μεθόδων.

Συγκεντρωτικός Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Παγκόσμια παραγωγή Ελαιόδέντρων (σε εκατομμύρια)

Εικόνα 2 : Ελληνική καλλιεργήσιμη γη

Εικόνα 3: Μέση ετήσια ποσοστιαία παραγωγή ελαιόλαδου για την περίοδο 2013-2018 σε όλο τον κόσμο.

Εικόνα 4: Παραγωγή ελαιόλαδου ανά περιφέρεια (2000-2006).

Εικόνα 5: Γραμμική Β γραφή. Αριστερά για την ελιά (επάνω) και το ελαιόλαδο (κάτω). Δεξιά τα ιδεογράμματα για το ελαιόδεντρο (1), το λάδι (2) και τον καρπό (3).

Εικόνα 6: Σχηματική απεικόνιση ελαιόκαρπου

Εικόνα 7: Νομοί της Ελλάδας με το μεγαλύτερο αριθμό ελαιόδεντρων.

Εικόνα 8: Στατιστικά στοιχεία με βάση την παραγωγή ελαιόλαδου (η ποσότητα αναφέρεται σε χιλιάδες τόνους και οι τιμές σε ευρώ.).

Εικόνα 9: Απλοποιημένη σχηματική παράσταση της παραδοσιακής διαδικασίας για ελαιοπαραγωγή, και της διαδικασίας δύο και τριών φάσεων

Εικόνα 10: *Decanter* παραγωγής ελαιόλαδου.

Εικόνα 11: Κατανομή βακτηριακών στελεχών που εντοπίζονται σε περιβάλλοντα αποβλήτων ελαιολιβίου.

Εικόνα 12: Δυνητική αξιοποίηση των αποβλήτων των ελαιολιβίων

Εικόνα 13: Κύριες φαινολικές ενώσεις που έχουν ταυτοποιηθεί σε απόβλητα ελαιολιβίων



Βιογραφικές Αναφορές

Βέμμος, Σ. (2009). Νεότερα συστήματα καλλιέργειας της ελιάς. *Γεωργία-Κτηνοτροφία*(6), σσ. 34-38.

Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Αθηνών. (2012, Οκτώβριος). Κλαδική Μελέτη Ελαιόλαδου – Πυρηνέλαιου και Παράρτημα: Συνοπτική Αναφορά Στην Αγορά Των Επιτραπέζιων Ελιών. Αθήνα: Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Αθηνών.

Ελληνική Στατιστική Αρχή. (2015). Αθήνα.

Ντούλα, Μ., Tinivella, F., Ortego, L., Καββαδίας, Β., Σαρρής, Α., Θεοχαρόπουλος, Σ., & Sanchez-Monedero, M. (2012). Ορθές Πρακτικές Διαχείρισης Αποβλήτων Ελαιοτριβείων: Οδηγός Εφαρμογής. *Στρατηγικές για την Προστασία και Βελτίωση της Ποιότητας του Εδάφους από τη Διάθεση Αποβλήτων Ελαιοτριβείων στις Μεσογειακές Χώρες*. Ευρωπαϊκή Ένωση.

Φωτεινόπουλος, Ι. (2016). *Διαχείριση των Αποβλήτων της Ελαιουργικής Δραστηριότητας στο Νομό Μεσσηνίας*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Akar, T., Tosun, I., Kaynak, Z., Ozkara, E., Yeni, O., Sahin, E.N., & Akar, S.T. (2009). An attractive agro-industrial by-product in environmental cleanup: Dye biosorption potential of untreated olive pomace. *Journal of Hazardous Materials*, 166(2), 1217-1225.

Alcaide, E. M., & Nefzaoui, A. (1996). Recycling of olive oil by-products: possibilities of utilization in animal nutrition. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 38(3-4), 227-235.

Alcaide, E. M., Ruiz, D. Y., Moumen, A., & Garcia, A. M. (2003). Ruminant degradability and in vitro intestinal digestibility of sunflower meal and in vitro digestibility of olive by-products supplemented with urea or sunflower meal: comparison between goats and sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 110(1), 3-15.

Alu'datt, M.H., Alli, I., Ereifej, K., Alhamad, M., Al-Tawaha, A.R., & Rababah, T.



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

(2010). Optimisation, characterisation and quantification of phenolic compounds in olive cake. *Food Chemistry*, 123(1), 117-122.

Amaral, C., Lucas, M.S., Sampaio, A., Peres, J.A., Dias, A.A., Peixoto, F., Anjos, M., & Pais, C. (2012). Biodegradation of olive mill wastewaters by a wild isolate of *Candida oleophila*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 68, 45-50.

Araújo, M., Pimentel, F.B., Alves, R.C., & Oliveira, M. B. P. (2015). Phenolic compounds from olive mill wastes: Health effects, analytical approach and application as food antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 200-211.

Azbar, N., Bayram, A., Filibeli, A., Muezzinoglu, A., Sengul, F., & Ozer, A. (2004). A Review of Waste Management Options in Olive Oil Production. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*(34), σσ. 209-247.

Aziz, A., Elandaloussi, E.H., Belhalfaoui, B., Ouali, M.S., & De Ménorval, L.C.

(2009a). Efficiency of succinylated-olive stone biosorbent on the removal of cadmium ions from aqueous solutions. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 73(2), 192-198.

Aziz, A., Ouali, M.S., Elandaloussi, E.H., De Menorval, L.C., & Lindheimer, M.

(2009b). Chemically modified olive stone: A low-cost sorbent for heavy metals and basic dyes removal from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*, 163(1), 441-447.

Berrios, M., Martín, M.Á., & Martín, A. (2012). Treatment of pollutants in wastewater: adsorption of methylene blue onto olive-based activated carbon. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18(2), 780-784.

Blázquez, G., Hernáinz, F., Calero, M., Martín-Lara, M.A., & Tenorio, G. (2009). The effect of pH on the biosorption of Cr (III) and Cr (VI) with olive stone. *Chemical Engineering Journal*, 148(2), 473-479.

Borja, R., Alba, J., Garrido, S. E., Martinez, L., Garcia, M. P., Incerti, C., & Ramos-Cormenzana, A. (1995). Comparative study of anaerobic digestion of olive mill



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

wastewater (OMW) and OMW previously fermented with *Aspergillus terreus*. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 13(6), 317-322. Brozzoli, V., Bartocci, S., Terramocchia, S., Contò, G., Federici, F., D’Annibale, A., & Petruccioli, M. (2010). Stoned olive pomace fermentation with *Pleurotus* species and its evaluation as a possible animal feed. *Enzyme and Microbial Technology*, 46(3), 223-228.

Budinova, T., Petrov, N., Razvigorova, M., Parra, J., & Galiatsatou, P. (2006).

Removal of arsenic (III) from aqueous solution by activated carbons prepared from solvent extracted olive pulp and olive stones. *Industrial &*

Engineering Chemistry Research, 45(6), 1896-1901.

Capasso, R., Evidente, A., Schivo, L., Orru, G., Marcialis, M.A., & Cristinzio, G. (1995). Antibacterial polyphenols from olive oil mill waste waters. *Journal of Applied Microbiology*, 79(4), 393-398.

Cardoso, S.M., Coimbra, M.A., & Da Silva, J.L. (2003). Calcium-mediated gelation of an olive pomace pectic extract. *Carbohydrate polymers*, 52(2), 125-133.

Cordova, J., Nemmaoui, M., Ismaili-Alaoui, M., Morin, A., Roussos, S., Raimbault, M., & Benjilali, B. (1998). Lipase production by solid state fermentation of olive cake and sugar cane bagasse. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 5(1), 75-78

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. *Chemosphere*, 54(7), 887-894.

D’Annibale, A., Sermanni, G.G., Federici, F., & Petruccioli, M. (2006). Olive mill wastewaters: a promising substrate for microbial lipase production. *Bioresource Technology*, 97(15), 1828-1833.

De Leonardis, A., Macciola, V., Lembo, G., Aretini, A., & Nag, A. (2007). Studies on oxidative stabilisation of lard by natural antioxidants recovered from olive-oil mill wastewater. *Food Chemistry*, 100(3), 998-1004.

Dermeche, S., Nadour, M., Larroche, C., Moulti-Mati, F., & Michaud, P. (2013). Olive mill wastes: biochemical characterizations and valorization strategies. *Process*



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

Biochemistry, 48 (10), 1532-1552.

EXPOLIVA - XIX Simposium Científico-Técnico. (2019). *XIX Simposium Científico-Técnico*. Jaén: EXPOLIVA.

Gallardo - Lara, F., Azcon, M., & Polo, A. (2000). Phytoavailability and extractability of potassium, magnesium and manganese in calcareous soil amended with olive oil wastewater. *Journal of Environmental Science & Health Part B*, 35(5), 623-643.

Ghazy, S.E.S., Samra, S.E.S., Mahdy, A.E.F.M., & El-Morsy, S.M. (2006). Removal of aluminum from some water samples by sorptive-flotation using powdered modified activated carbon as a sorbent and oleic acid as a surfactant. *Analytical Sciences*, 22(3), 377-382.

Haagensen, F., Skiadas, I.V., Gavala, H.N., & Ahring, B.K. (2009). Pre-treatment and ethanol fermentation potential of olive pulp at different dry matter concentrations. *Biomass and bioenergy*, 33(11), 1643-1651.

Hamdi, M., & Ellouz, R. (1993). Treatment of detoxified olive mill wastewaters by anaerobic filter and aerobic fluidized bed processes. *Environmental Technology*, 14(2), 183-188.

Hamdi, M., Garcia, J.L., & Ellouz, R. (1992). Integrated biological process for olive mill wastewater treatment. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 8(1), 79-84

International Olive Council. (2019, 5). *World Olive Oil Figures*. Αλάθηξε απφ international olive oil: <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>

Kapellakis, I.E., Tsagarakis, K.P., & Crowther, J.C. (2008). Olive oil history, production and by-product management. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 7(1), 1-26.

Lakhtar, H., Ismaili-Alaoui, M., Philippoussis, A., Perraud-Gaime, I., & Roussos, S. (2010). Screening of strains of *Lentinula edodes* grown on model olive mill wastewater in solid and liquid state culture for polyphenol biodegradation. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 64(3), 167-172.



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

Lanciotti, R., Gianotti, A., Baldi, D., Angrisani, R., Suzzi, G., Mastrocola, D., & Guerzoni, M. E. (2005). Use of *Yarrowia lipolytica* strains for the treatment of olive mill wastewater. *Bioresource Technology*, 96(3), 317-322.

Martín-Lara, M.A., Blázquez, G., Ronda, A., Rodríguez, I.L., & Calero, M. (2012). Multiple biosorption–desorption cycles in a fixed-bed column for Pb (II) removal by acid-treated olive stone. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18(3), 1006-1012.

Martinez-Garcia, G., Johnson, A.C., Bachmann, R.T., Williams, C.J., Burgoyne, A., & Edyvean, R.G. (2009). Anaerobic treatment of olive mill wastewater and piggery effluents fermented with *Candida tropicalis*. *Journal of Hazardous Materials*, 164(2), 1398-1405.

Massadeh, M.I., & Modallal, N. (2007). Ethanol production from olive mill wastewater (OMW) pretreated with *Pleurotus sajor-caju*. *Energy & Fuels*, 22(1), 150-154

Najar-Souissi, S., Ouederni, A., & Ratel, A. (2005). Adsorption of dyes onto activated carbon prepared from olive stones. *Journal of Environmental Sciences*, 17(6), 998-1003.

Obied, H. K., Bedgood, D.R., Prenzler, P.D., & Robards, K. (2007). Bioscreening of Australian olive mill waste extracts: biophenol content, antioxidant, antimicrobial and molluscicidal activities. *Food and Chemical Toxicology*, 45(7), 1238-1248.

Paraskeva, P., & Diamadopoulos, E. (2006). Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: a review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81(9), 1475-1485.

Paraskevas, P.A. (2013). Olive mill wastewater management in Greece: Perspectives in the light of the new Greek legislation. In: *Proceedings of the 13th International Conference of Environmental Science and Technology Athens, Greece* (pp. 5-7).

Paredes, M.J., Moreno, E., Ramos-Cormenzana, A., & Martinez, J. (1987). Characteristics of soil after pollution with waste waters from olive oil extraction plants. *Chemosphere*, 16(7), 1557-1564.



**ΠΜΣ “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ
& ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

PROSODOL (2011-2017). *Olive Oil Production in the Mediterranean*
<http://www.prosodol.gr/?q=node/203> (τελευταία προσπέλαση: 07 Ιουνίου 2017).

PROSODOL (2013). *Final Report - Covering the project activities from 1/1/2009 to 31/12/2012* <http://www.prosodol.gr/sites/prosodol.gr/files/Final%20Report%20PRO>
OD OL_web%20.pdf (τελευταία προσπέλαση: 07 Ιουνίου 2017).

Rodríguez, G., Lama, A., Rodríguez, R., Jiménez, A., Guillén, R., & Fernández-Bolanos, J. (2008). Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds. *Bioresource Technology*, 99(13), 5261-5269.

Rozzi, A., & Malpei, F. (1996). Treatment and disposal of olive mill effluents. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 38(3-4), 135-144.

Sassi, A. B., Ouazzani, N., Walker, G. M., Ibsouda, S., El Mzibri, M., & Boussaid, A. (2008). Detoxification of olive mill wastewaters by Moroccan yeast isolates. *Biodegradation*, 19(3), 337-346.

Tayeh, H. A., Najami, Dosoretz, C., Tafesh, A., & Azaizeh, H. (2014). Potential of bioethanol production from olive mill solid wastes. *Bioresource Technology*, 152, 24-30.

Yangui, T., Dhouib, A., Rhouma, A., & Sayadi, S. (2009). Potential of hydroxytyrosol-rich composition from olive mill wastewater as a natural disinfectant and its effect on seeds vigour response. *Food Chemistry*, 117(1), 1-8.

Yousuf, A., Sannino, F., Addorisio, V., & Pirozzi, D. (2010). Microbial conversion of olive oil mill wastewaters into lipids suitable for biodiesel production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(15), 8630-8635.

Zervakis, G., Yiatras, P., & Balis, C. (1996). Edible mushrooms from olive oil mill wastes. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 38(3-4), 237-243.