

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΠΟΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΤΕΝΕΝΤΕ ΙΩΔΙΘ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Ο ΚΑΡΠΟΣ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ	4
1.2. ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΕΛΙΑ	
1.2.1. Εμπορικές ονομασίες επιτραπέζιας ελιάς	6
1.2.2. Εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς	6
2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	9
2.1. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΕΣ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΕΛΙΕΣ ΣΕ ΑΛΜΗ	13
2.1.1. Επεξεργασία με καυστικό νάτριο και πλύσιμο	13
2.1.2. Τοποθέτηση σε άλμη και ζύμωση	14
2.1.3. Αποθήκευση των ζυμωμένων ελιών	16
2.1.4. Χειρισμοί πριν τη συσκευασία	16
2.2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΑΥΡΕΣ ΕΛΙΕΣ ΣΕ ΑΛΜΗ	17
2.2.1. Τοποθέτηση σε άλμη και ζύμωση	17
2.2.2. Χειρισμοί πριν τη συσκευασία	23
2.2.3. Συσκευασία	23
2.3. ΜΑΥΡΕΣ (ΩΡΙΜΕΣ) ΕΛΙΕΣ ΣΕ ΑΛΜΗ	24
2.3.1. Εναποθήκευση	24
2.3.2. Εγκαταστάσεις για την οξείδωση των καρπών	25
2.3.3. Επεξεργασία με καυστικό νάτριο και οξείδωση με αέρα	26
2.3.4. Έκπλυση υπολειμμάτων της σόδας	27
2.3.5. Σταθεροποίηση χρώματος	27
2.3.6. Συσκευασία και αποστείρωση	28
2.4. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	29
3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ – ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	30
3.1. ΓΕΝΙΚΑ	30
3.2. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	31
3.3. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	32
3.3.1. Διήθηση	32
3.3.2. Επίπλευση	33
3.3.3. Καθίζηση	33
3.3.4. Απολίπωση	34
3.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	35
3.4.1. Λίμνες εξάτμισης	35
3.4.2. Μέθοδος ενεργού ιλύος	36
3.4.3. Απομάκρυνση αμμωνιακού αζώτου	37
3.4.4. Απομάκρυνση φωσφόρου	38
3.4.5. Γενική περιγραφή μεθόδου	38
3.4.6. Αναερόβια επεξεργασία	40
3.5. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	41
3.5.1. Διαχωρισμός με μεμβράνες	41
3.5.2. Αποτέφρωση	42
3.5.3. Εξάτμιση και απόσταξη	43
3.5.4. Συσσωμάτωση	44

3.5.5. Καθίζηση	45
3.5.6. Οξειδωση/αναγωγή και αποτοξικοποίηση	45
3.5.7. Προσρόφηση	46
3.6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	47
3.6.1. Εφαρμογή στο έδαφος	47
3.6.2. Κομποστοποίηση	47
3.6.3. Αναερόβια χώνευση	48
3.6.4. Αποτέφρωση/καύση	50
3.6.5. Πυρόλυση/αεριοποίηση	51
4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	52
4.1. Απόβλητα της βιομηχανίας πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου	52
4.1.1. Τα στάδια επεξεργασίας της πράσινης ελιάς και επιπτώσεις του τρόπου εκτελέσεως τους στον όγκο και στα χαρακτηριστικά των αποβλήτων	52
4.1.2. Μείωση της ρύπανσης με αναχρησιμοποίηση του εξαντλημένου διαλύματος της σόδας και με κατάργηση της εκπλύσεως του ελαιόκαρπου	57
4.1.3. Διαδικασίες αποχρωματισμού	58
4.1.4. Διήθηση της άλμης	59
4.2. Απόβλητα της βιομηχανίας των φυσικώς ώριμων ελιών	62
4.3. Απόβλητα της βιομηχανίας των τεχνητώς μαύρων ελιών	66
4.3.1. Αναγέννηση των αποβλήτων του τεχνητού μαυρίσματος με χρήση ενεργού άνθρακα	67
4.3.2. Αναερόβια πέψη στα απόβλητα της βιομηχανίας παραγωγής τεχνητώς μαύρων ελιών.	69
5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	71
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	73
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	79

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα της εποχής μας είναι η απόρριψη αποβλήτων στο περιβάλλον. Τα απόβλητα που προέρχονται από μονάδες επεξεργασίας παραγωγής τροφίμων, βιομηχανίες τροφίμων και από άλλες γεωργικές δραστηριότητες αποτελούν περιβαλλοντική απειλή για τους υδάτινους και εδαφικούς αποδέκτες.

Στην παρούσα εργασία αναφέρονται οι μέθοδοι επεξεργασίας των επιτραπέζιων ελιών καθώς και τα απόβλητα που προκύπτουν από αυτές τις διαδικασίες. Τα απόβλητα που προκύπτουν χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό φορτίο και υψηλές συγκεντρώσεις φαινολικών ενώσεων με αποτέλεσμα να προκαλούν τοξικά προβλήματα στους ζώντες οργανισμούς. Για αυτό τον λόγο η επεξεργασία των αποβλήτων καθίσταται απαραίτητη.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ελιά είναι ο καρπός του ελαιόδένδρου (*Olea europaea*) που αναπτύχθηκε, όπως είναι γνωστό, στο αρχαίο Ιράν και τη Μεσοποταμία 5000 χρόνια πριν. Από εκεί διαδόθηκε στη Συρία και την Παλαιστίνη και αργότερα και στις δύο πλευρές της Μεσογείου. Σύμφωνα με άλλες θεωρίες, η προέλευση της ελιάς τοποθετείται στην Αφρική.

Το ελαιόδενδρο καλλιεργήθηκε στην αρχαία Αίγυπτο και το ελαιόλαδο χρησιμοποιήθηκε σε θρησκευτικές τελετές. Οι Φοίνικες, που έκαναν εμπόριο με διάφορες πόλεις γύρω από τη Λεκάνη της Μεσογείου, διέδωσαν την καλλιέργειά του στη Δύση. Έτσι, το ελαιόδενδρο έφτασε στην Ελλάδα, όπου το ελαιόλαδο χρησιμοποιούνταν κυρίως ως θεραπευτική ουσία και ως μέσο φωτισμού. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν πρώτοι το ελαιόλαδο ως τροφή. Το ελαιόλαδο και οι επιτραπέζιες ελιές εκτιμήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν από όλους τους αρχαίους πολιτισμούς γύρω από τη Μεσόγειο.



Εικ. 1.1: Το ελαιόδενδρο

Αργότερα, όταν ανακαλύφθηκε ο Νέος Κόσμος (Αμερική), οι αποικιοκράτες εισήγαγαν την άμπελο και την ελιά στα νέα εδάφη. Εντούτοις, η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων περιορίστηκε μόνο

στη Χιλή, την Αργεντινή και την Καλιφόρνια. Στην αρχή του 20^{ου} αιώνα, η ελιά εισήχθη επίσης στη Νότια Αφρική και την Αυστραλία.

Από το 1980 έως σήμερα η έκταση της καλλιέργειας της ελιάς στην Ευρώπη έχει διπλασιαστεί. Με περισσότερα από 4.000.000 εκτάρια είναι ο δεύτερος σημαντικότερος αγρο-διατροφικός τομέας στην Ευρώπη. Σήμερα, η ελιά εισάγεται σε μερικές ανατολικές χώρες (Κίνα και Ιαπωνία), στις οποίες η καλλιέργεια ήταν σχεδόν άγνωστη πριν από μερικά χρόνια (δικτυακός τόπος 1).

1.1. Ο ΚΑΡΠΟΣ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη με σχήμα αυγοειδές. Ανατομικά δεν παρουσιάζει καμία διαφορά με τις άλλες δρύπες και στην εγκάρσια κατά μήκος τομή, παρουσιάζει τα ίδια τμήματα όπως και οι άλλες δρύπες, δηλαδή τον ποδίσκο, την επιδερμίδα (επικάρπιο), τη σάρκα (μεσοκάρπιο) και το ενδοκάρπιο (πυρήνα ή κουκούτσι). Το τελευταίο αποτελείται από ξυλώδες περίβλημα, που περικλείει κατά κανόνα ένα αμύγδαλο (σπέρμα) και κατ' εξαίρεση δύο.¹

Ο καρπός των μεγάλωμων ποικιλιών που περιέχουν μικρό ποσοστό λαδιού και μεγάλο ποσοστό ζαχάρων χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή βρώσιμων ελιών. Αντίθετα, ποικιλίες με μεγάλο ποσοστό λαδιού προορίζονται για ελαιοποίηση. Οι ποικιλίες ελιάς που είναι κατάλληλες για την παραγωγή ελαιολάδου έχουν συνήθως μεγάλο μέγεθος καρπού. Πολλές φορές η ίδια ποικιλία χρησιμοποιείται και για τους δύο σκοπούς (επιτραπέζια ελαιοποιήσιμη), όπως η Μεγαρίτικη, της Χαλκιδικής κ.ά.¹

Αρχικά ο καρπός είναι πράσινος, αλλά καθώς προχωρά η ωρίμανση το χρώμα της επιφάνειας γίνεται ροζ, πορφυρό ή μαύρο. Το μέσο βάρος ποικίλλει από 1,5 έως 12g, το μέσο μήκος μεταξύ 1 και 3 cm και η εγκάρσια διάμετρος από 1 έως 2 cm.¹

Ο λόγος διάμετρος/μήκος εξαρτάται από κάθε ποικιλία. Η μέση σύνθεση της σάρκας των φρέσκων ελαιόκαρπων παρουσιάζεται στον πίνακα 1.1.



Εικ. 1.2: Καρπός ελιάς

Πίνακας 1.1: Περιεκτικότητα (% w/v) των σημαντικότερων συστατικών της σάρκας του νωπού ελαιόκαρπου

	Υγρασία	Λίπη	Σάκχαρα	Πρωτεΐνες	Φυτικές Ίνες	Τέφρα
Εύρος	65-75	12-30	3-6	1-2	2-5	1-1,5

Γενικά, οι καρποί των φρούτων έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες. Αντίθετα, ο καρπός της ελιάς χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, η οποία αυξάνεται καθώς προχωρά η ωρίμανση. Συνεπώς, οι ώριμοι καρποί περιέχουν πάντα περισσότερα λιπαρά από τους άωρους (πράσινους). Η σύνθεση των λιπαρών μεταβάλλεται επίσης με την ωρίμανση. Το ποσοστό του παλμιτικού, λινελαϊκού και λινολενικού οξέος μειώνεται με την πάροδο της ωρίμανσης, ενώ τα επίπεδα του στεατικού και κυρίως του ελαϊκού οξέος αυξάνονται κατά τη διάρκεια της περιόδου. Η συγκέντρωση των σακχάρων στις ελιές είναι επίσης χαμηλότερη συγκριτικά με τα περισσότερα φρούτα και μειώνεται καθώς προχωρά η ωρίμανση.

Η μείωση των σακχάρων είναι πολύ σημαντική για τη διαδικασία ζύμωσης για όλες τις επεξεργασίες των επιτραπέζιων ελιών, γιατί αποτελεί την κύρια πηγή άνθρακα για τη μικροβιακή ανάπτυξη (δικτυακός τόπος 2).

1.2. ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΕΛΙΑ

Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (1991), ορίζεται ως επιτραπέζια ελιά ο υγιής καρπός καθορισμένων ποικιλιών του καλλιεργούμενου ελαιόδενδρου (*Olea europaea sativa*), που συγκομίζεται στο στάδιο κατάλληλης ωριμότητας και ποιότητας, τέτοια ώστε μετά από κατάλληλη επεξεργασία να δώσει ένα προϊόν βρώσιμο και καλά συντηρούμενο.²

Οι επιτραπέζιες ελιές είναι παραδοσιακό τρόφιμο σε όλες τις αγροτικές περιοχές της Μεσογείου. Ο ελαιόκαρπος είναι η μόνη δρύπη που δεν τρώγεται κατευθείαν από το δέντρο. Ιδιαίτερη σημασία για την αξιοποίηση του ελαιοκάρπου έχει η ελευρωπαϊνή. Η ελευρωπαϊνή είναι μια πολυφαινόλη και προσδίδει πικρή γεύση στον ελαιόκαρπο. Κύριο μέλημα των μονάδων επεξεργασίας επιτραπέζιων ελιών είναι η απομάκρυνση, η υδρόλυση και η διάσπαση της ελευρωπαϊνής ώστε ο ελαιόκαρπος να καταστεί βρώσιμος. Αυτή η διαδικασία γίνεται συνήθως σε οικιακή κλίμακα με επαναλαμβανόμενες εμβαπίσεις των καρπών σε νερό. Κατά τη διάρκεια αυτού του παραδοσιακού τρόπου, χρησιμοποιούνται διάφορα αρωματικά χόρτα όπως μάραθος, θυμάρι κλπ, τα οποία συμβάλλουν με τα χαρακτηριστικά αρώματά τους στη γεύση του τελικού προϊόντος.

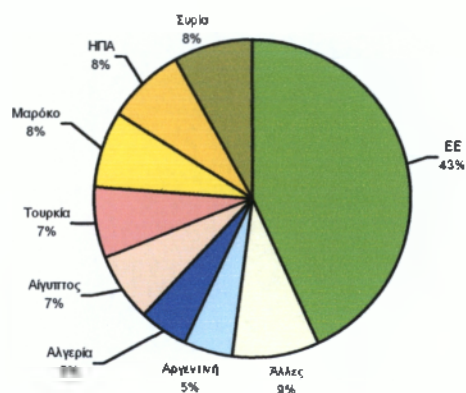
Η επεξεργασία επιτραπέζιων ελιών σε βιομηχανική κλίμακα χρησιμοποιεί και άλλα συστήματα για την εκπίκριση του προϊόντος στις πολυάριθμες εμπορικές συσκευασίες που βρίσκονται στην αγορά. Η παραγωγή επιτραπέζιων ελιών γίνεται σε μεγάλη κλίμακα παγκοσμίως και αποτελεί σημαντικό τομέα της οικονομίας των ελαιοπαραγωγών χωρών (ποσοστό 43%) (Σχήμα 1.1)³.

Μια μονάδα επεξεργασίας και παρασκευής επιτραπέζιας ελιάς μπορεί να απαλλάξει τον ελαιόκαρπο από την ελευρωπαϊνή με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- α) Χρησιμοποιώντας ένα άλκαλι κάποιας συγκέντρωσης (συνήθως NaOH) ώστε να προκαλέσει αλκαλική υδρόλυση της ελευρω-

παΐνης.

- β) Προκαλώντας συνεχόμενες εκπλύσεις του ελαιοκάρπου με νερό.
- γ) Χρησιμοποιώντας άλμη κάποιας συγκέντρωσης.
- δ) Χρησιμοποιώντας χοντρό ξηρό αλάτι.



Σχήμα 1.1: Παγκόσμια παραγωγή (%) επιτραπέζιων ελιών 2003/2004
(Στοιχεία: ΙΟΟC, Ολίvae no 99, σελ. 46)

Για την επιλογή του τρόπου εκπίκρισης, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τον εμπορικό τύπο ελιάς, που θέλουμε να παρασκευάσουμε, καθώς και την αντοχή της επιτραπέζιας ποικιλίας στη μέθοδο εκπίκρισης που θα διαλέξουμε. (δικτυακός τόπος 2)

Στην επιτραπέζια ελιά η χημική της σύνθεση είναι αυτή που συμβάλλει σημαντικά στα ιδιαίτερα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της. Τα κυριότερα συστατικά της σάρκας του ελαιοκάρπου είναι:

- Το νερό
- Οι λιπαρές ουσίες
- Τα ζάχαρα
- Άλλοι πολυζαχαρίτες
- Πρωτεΐνες
- Πηκτίνες
- Οργανικά οξέα
- Ταννίνες - Πολυφαινόλες
- Ελευρωπαΐνη
- Βιταμίνες

- Χρωστικές (υδατοδιαλυτές - λιποδιαλυτές)
- Ανόργανα συστατικά (δικτυακός τόπος 2)

1.2.1. Εμπορικές ονομασίες επιτραπέζιας ελιάς

Οι ελιές που είναι ολόκληρες κατατάσσονται σε ορισμένες κατηγορίες μεγέθους, ανάλογα με τον αριθμό των καρπών που περιέχονται ανά χιλιόγραμμο εστραγγισμένου βάρους. Οι εμπορικές ονομασίες των ελιών παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα⁴.

Πίνακας 1.2: Εμπορικές ονομασίες ελιών και αριθμός αυτών ανά κιλό

Μέγεθος	Αριθμός/Κιλό
Super Mammouth	91-100
Mammouth	101-110
Super Colossal	111-120
Colossal	121-140
Giants	141-160
Extra Jumbo	161-180
Jumbo	181-200
Extra Large	201-230
Large	231-260
Superior	261-290
Brilliant	291-320
Fine	321-350
Bullets	351-380

1.2.2. Εμπορικοί τύποι επιτραπέζιας ελιάς

Για την επιλογή του τρόπου εκπίκρισης θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τον εμπορικό τύπο ελιάς που θέλουμε να παρασκευάσουμε και την αντοχή της επιτραπέζιας ελιάς στη μέθοδο εκπίκρισης που θα επιλέξουμε.

- Πράσινες ελιές σε άλμη: επεξεργάζονται με διάλυμα καυστικού

νατρίου και κατόπιν τοποθετούνται σε άλμη. Οι ελιές συντηρούνται με φυσική γαλακτική ζύμωση (Ισπανικός τύπος), μερική φυσική ζύμωση (που ακολουθείται ή όχι από παστερίωση), αποστείρωση ή παστερίωση, ψύξη ή χρήση αδρανούς αερίου (χωρίς άλμη).

- Φυσικές πράσινες ελιές σε άλμη: άμεση εμβάπτιση σε άλμη και συντήρηση με φυσική ζύμωση.
- Ελιές χρώματος στροφής σε άλμη: ελιές που λαμβάνονται μετά από μεταχείριση με άλκαλι και συντηρούνται σε άλμη με αποστείρωση ή συνδυασμό των δύο μεθόδων.
- Μαύρες ελιές σε άλμη: υπάρχουν διάφοροι εμπορικοί τύποι:
 - Τεχνητά μαύρες ελιές: λαμβάνονται μετά από επεξεργασία με καυστικό νάτριο καρπών που δεν βρίσκονται στο στάδιο της πλήρους ωριμότητας. Η μεταβολή του χρώματος σε μαύρο γίνεται με έκθεση των καρπών σε ρεύμα αέρα (οξειδωση). Οι ελιές τοποθετούνται σε άλμη και συντηρούνται με αποστείρωση της συσκευασίας.
 - Φυσικά μαύρες ελιές: Εμβαπίζονται άμεσα σε άλμη. Η γεύση τους είναι φρουτώδης και πιο πικρή από αυτή των τεχνητά μαύρων ελιών. Μπορούν να συντηρηθούν σε άλμη, με αποστείρωση ή παστερίωση και με χρήση συντηρητικών.
- Μαύρες ελιές σε ξηρό αλάτι: Στην κατηγορία αυτή διακρίνουμε τους παραπάνω τύπους:
 - Μαύρες ελιές σε ξηρό αλάτι: παράγονται από καρπούς σχεδόν ώριμους, οι οποίοι μετά από ελαφρά επεξεργασία με άλκαλι συντηρούνται με προσθήκη άλατος σε στρώματα.
 - Φυσικές μαύρες ελιές σε ξηρό αλάτι: καρποί που συγκομίζονται σε πλήρη ωρίμανση και συντηρούνται άμεσα με στρωμάτωση σε ξηρό αλάτι. Το προϊόν αυτό είναι περισσότερο φρουτώδες και πικρό από τον πρώτο τύπο.
 - Μαύρες ελιές σε ξηρό αλάτι που ζαρώνουν φυσικά: καρποί που συγκομίζονται μετά την πλήρη ωρίμανση, ζαρώνουν φυσικά επάνω στο δέντρο και συντηρούνται με στρωμάτωση

σε ξηρό αλάτι.

– Μαύρες ελιές τρυπημένες σε ξηρό αλάτι: ώριμοι καρποί στους οποίους έχει γίνει διάτρηση της επιδερμίδας για τη δημιουργία οπών μικρού μεγέθους. Συντηρούνται με στρωμάτωση σε ξηρό αλάτι.

- Τσακιστές ελιές: λαμβάνονται από ολόκληρους καρπούς, νωπούς ή συντηρημένους σε άλμη, οι οποίοι υποβάλλονται σε ειδική επεξεργασία, κατά την οποία η σάρκα υφίσταται ρήξη, με χρήση ειδικού σπαστικού μηχανήματος, αλλά ο πυρήνας παραμένει άθικτος. Υπάρχουν διάφοροι τύποι όπως:

– Πράσινες τσακιστές ελιές.

– Τσακιστές ελιές χρώματος στροφής (ξανθές).

- Ελιές χαρακτές: Είναι πράσινες, μαύρες ή ελιές χρώματος στροφής (ξανθές), κομμένες κατά την έννοια του μήκους. Η τομή γίνεται στην επιδερμίδα και σε μέρος της σάρκας και έπειτα οι ελιές εμβαπτίζονται σε άλμη. Μπορεί να γίνει προσθήκη ξιδιού, ελαιολάδου και αρωματικών ουσιών. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι:

– Επεξεργασμένες, εάν πριν την κοπή οι ελιές έχουν υποστεί αλκαλική επεξεργασία.

– Φυσικές, χωρίς προηγούμενη αλκαλική επεξεργασία.

Οι σπουδαιότεροι εμπορικοί τύποι επιτραπέζιων ελιών με ευρύτερη οικονομική σημασία σε παγκόσμιο επίπεδο είναι:

α) Οι πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου.

β) Οι φυσικώς ώριμες μαύρες ελιές σε άλμη.

γ) Τεχνητώς μαύρες ελιές.

Υπάρχουν και άλλοι εμπορικοί τύποι ελιών με μικρότερη οικονομική σημασία όπως είναι:

– χαρακτές μαύρες ή πράσινες σε άλμη

– θρούμπες

– πράσινες ελιές τσακιστές (δικτυακός τόπος 2)

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

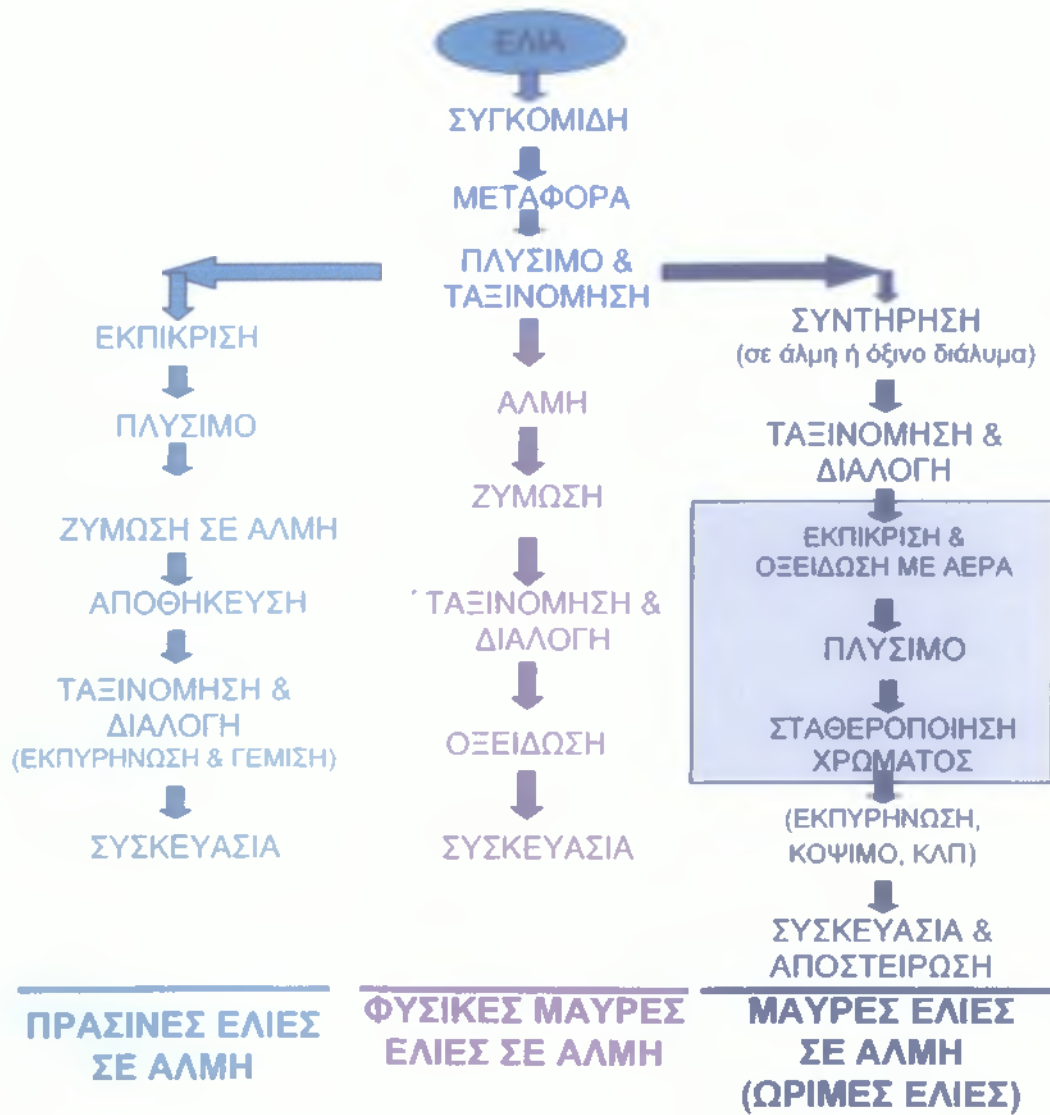
Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς, κοινό σημείο των οποίων είναι το τελικό στάδιο της διαδικασίας που περιλαμβάνει τη ζύμωση.

Η συνηθέστερη μέθοδος επεξεργασίας γίνεται με τη χρήση καυστικού νατρίου για την εκπίκριση του καρπού (Ισπανική μέθοδος με ποσοστό 70%). Αυτός ο εμπορικός τύπος ελιάς πρωτοπαρασκευάστηκε στην Ισπανία γι' αυτό και πήρε την ονομασία Ισπανικού τύπου. Στη συνέχεια διαδόθηκε και σε άλλες περιοχές, όπως στη Λατινική Αμερική με διάφορες τροποποιήσεις ως προς τη μέθοδο παρασκευής.

Για τις πράσινες ελιές, το βέλτιστο στάδιο συλλογής είναι όταν οι καρποί έχουν χρώμα πράσινο έως πρασινο-κίτρινο. Οι φυσικές μαύρες ελιές επιλέγονται όταν οι καρποί είναι τελείως ώριμοι και το χρώμα τους ποικίλλει από ερυθρόμαυρο έως βαθύ καστανό, ανάλογα με τη ζώνη παραγωγής και την ποικιλία. Οι ώριμες ελιές (που μαυρίζουν με οξειδωση) συγκομίζονται ταυτόχρονα με τις πράσινες ελιές. Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα παρουσιάζονται τρεις κύριοι μέθοδοι επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς (Εικ. 2.1).⁵

Οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται σήμερα στην επεξεργασία όλων των εμπορικών τύπων ελιάς, εκτός από τις δεξαμενές οξειδωσης, είναι πολυεστερικοί κυλινδρικοί ή σφαιρικοί ζυμωτήρες, χωρητικότητας 10.000 κιλών καρπού και 5.000 λίτρων άλμης. Οι περισσότερες βιομηχανίες τοποθετούν αυτές τις δεξαμενές θαμμένες στο έδαφος (Εικ. 2.1) ή σε στεγασμένους χώρους (Εικ. 2.2 και 2.3).

Η κυκλοφορία της άλμης και η μεταφορά των καρπών στο εργοστάσιο γίνεται με ειδικές αντλίες (Εικ. 2.4) και σωληνώσεις (Εικ. 2.5).³



Εικ. 2.1: Διάγραμμα ροής επεξεργασίας των τριών κυρίων τύπων της επιτραπέζιας ελιάς



Εικ. 2.1: Υπόγειες δεξαμενές ζύμωσης



Εικ. 2.2 και 2.3: Στεγασμένες δεξαμενές ζύμωσης





Εικ. 2.4: Αντλία για μεταφορά ελιών



Εικ. 2.5: Σωληνώσεις για μεταφορά άλμης και ελιών

Η συγκομιδή του καρπού γίνεται με τα χέρια με την τεχνική του αρμέγματος (Εικ. 2.6). Εντούτοις το κόστος αυτής της διαδικασίας είναι υψηλό και αντιπροσωπεύει το 70% του συνολικού κόστους παραγωγής. Προκειμένου να μειωθεί το κόστος, η συγκομιδή γίνεται με δονητές που προσαρμόζονται στο τρακτέρ και δονούν το ελαιόδενδρο (Εικ. 2.7) ή με μικρά φορητά ραβδιστικά μηχανήματα (Εικ. 2.8).



Εικ. 2.6: Συγκομιδή με το χέρι



Εικ. 2.7: Δονητής σε τρακτέρ



Εικ. 2.8: Ραβδιστικό μηχανήμα

Διαδικασίες όπως η μεταφορά, το πλύσιμο και η διαλογή είναι συνηθισμένες και στους τρεις τύπους επιτραπέζιας ελιάς. Οι νωποί καρποί μεταφέρονται στο εργοστάσιο σε μεταλλικά κιβώτια χωρητικότητας 500 kg (Εικ. 2.9), με ανοίγματα στα πλάγια για να κυκλοφορεί εύκολα ο αέρας. Ο ελαιόκαρπος όπως και οι άλλοι καρποί, συνεχίζει να αναπνέει και μετά την αποκοπή του από το ελαιόδενδρο. Η φυσιολογική λειτουργία της αναπνοής

συνεχίζεται, με αποτέλεσμα να καταναλώνονται τα σάκχαρα και να παράγεται CO₂, H₂O και θερμότητα λόγω αναπνοής.



Εικ. 2.9: Δοχεία για μεταφορά ελαίου

Η αυξημένη θερμότητα (λόγω αναπνοής) σε συνδυασμό με την υψηλή σχετική υγρασία καθιστά τον ελαιόκαρπο ένα αρκετά καλό υπόστρωμα ανάπτυξης οξειδωτικών μικροοργανισμών (μύκητες, ζύμες, βακτήρια) τα οποία τον υποβαθμίζουν ποιοτικά. Γι' αυτό το λόγο η μεταφορά του ελαιοκάρπου γίνεται σε διάτρητα κιβώτια, ώστε να εξασφαλίζεται ο αερισμός του και να απομακρύνεται η θερμότητα που παράγεται λόγω αναπνοής.

Στο εργοστάσιο, οι καρποί πλένονται για να απομακρυνθεί η σκόνη, τα φύλλα και τα φερτά υλικά. Στη συνέχεια, οι καρποί ταξινομούνται, ανάλογα με το μέγεθός τους. Η ενέργεια αυτή έχει ορισμένα πλεονεκτήματα, γιατί μας δίνει πληροφορίες για τα διαθέσιμα μεγέθη και επιτρέπει την ομοιόμορφη επεξεργασία εκπίκρισης με καυστικό νάτριο².



Εικ. 2.10: Εγκατάσταση παραλαβής, καθαρισμού και ζύγισης των καρπών

2.1. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΕΣ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΕΛΙΕΣ ΣΕ ΑΛΜΗ

Για την προετοιμασία αυτού του τύπου, οι ελιές θα πρέπει να συγκομιστούν όταν έχουν πράσινο ή κιτρινο-πράσινο χρώμα. Ο εμπορικός αυτός τύπος είναι γνωστός ως πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου.

2.1.1. Επεξεργασία με καυστικό νάτριο και πλύσιμο

Ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτού του τύπου των επιτραπέζιων ελιών είναι ότι η εκπίκρισή τους γίνεται με τη χρήση διαλύματος καυστικού νατρίου. Το διάλυμα NaOH έχει την ικανότητα να υδρολύει τις πολυφαινόλες του ελαιοκάρπου και επομένως και την ελευρωπαΐνη και να προκαλεί ξεπίκρισμα του ελαιοκάρπου. Η συγκέντρωση του διαλύματος καυστικού νατρίου ρυθμίζεται έτσι ώστε η επεξεργασία να διαρκεί 5-7 ώρες για τις περισσότερες ποικιλίες εκτός από τις Gordal και Ascolano, που απαιτούν πιο αργή επεξεργασία (9-10 ώρες με αραιό διάλυμα καυστικού νατρίου). Το βάθος διείδυσης του καυστικού νατρίου πρέπει να είναι τα 2/3 ως 3/4 του πάχους της σάρκας. Κάνοντας δειγματοληπτικούς ελέγχους, παρακολουθείται η είσοδος του αλκάλειου στη σάρκα του ελαιοκάρπου. Με εγκάρσια τομή στον ελαιοκάρπο παρατηρείται ένας μεταχρωματισμός της σάρκας που έχει εμποτισθεί με το αλκάλι και για να γίνει πιο εμφανής μπορούμε να ρίξουμε μερικές σταγόνες φαινολοφθαλείνης.

Η ισορροπία μεταξύ συγκέντρωσης NaOH, διείδυσης στη σάρκα του καρπού και χρόνου επεξεργασίας αποτελεί την καλούμενη δύναμη επεξεργασίας. Χαμηλές συγκεντρώσεις NaOH παράγουν ελιές με αρκετά αποδεκτό χρώμα, ενώ αντίθετα οι υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν ελαττώματα στην υφή και απώλεια ζυμούμενων συστατικών. Οι ελιές τοποθετούνται σε δεξαμενές με το αλκάλι και θεωρείται ότι το ξεπίκρισμα έχει τελειώσει όταν παραμένει ανέπαφος δακτύλιος γύρω από τον πυρήνα της ελιάς. Το διάλυμα καυστικού νατρίου που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει θερμοκρασία 15,5-21°C και όχι μεγαλύτερη γιατί η διάλυση του

καυστικού νατρίου είναι αντίδραση εξώθερμη, δηλαδή εκλύει θερμότητα και το ζεστό διάλυμα προκαλεί ξεφλούδισμα του ελαιόκαρπου.

Η περίσσεια του αλκάλειου μετά το χειρισμό πρέπει να απομακρυνθεί με πλύσιμο. Ο αριθμός και η διάρκεια των πλυσιμάτων είναι σημαντικός, γιατί ο υπερβολικός αριθμός πλυσιμάτων μπορεί να μειώσει τα διαθέσιμα ζυμούμενα συστατικά, τα οποία θα πρέπει αργότερα να προστεθούν για να ολοκληρωθεί με επιτυχία η ζύμωση. Θα πρέπει να γίνει ένα γρήγορο ξέπλυμα μετά το χειρισμό με το αλκάλι, στη συνέχεια το δεύτερο ξέπλυμα μετά από 2-3 ώρες και άλλο ένα ξέπλυμα μετά από 10-20 ώρες. Είναι δυνατόν το πρώτο ξέπλυμα να αντικατασταθεί από μερική εξουδετέρωση του υπολειπόμενου καυστικού νατρίου με ένα οξύ κυρίως HCl, που είναι κατάλληλο για τρόφιμα (δικτυακός τόπος 2).

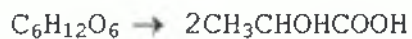
2.1.2. Τοποθέτηση σε άλμη και ζύμωση

Ανάλογα με την ποικιλία και την ωριμότητα των καρπών, η αρχική συγκέντρωση άλατος πρέπει να είναι μεταξύ 10-12% (w/v). Το αλάτι διαπερνά τη σάρκα της ελιάς και η συγκέντρωσή του στην άλμη μειώνεται σταδιακά. Μέσα στις δεξαμενές παρατηρείται μια πληθώρα μικροοργανισμών (μύκητες, ζύμες, γένη βακτηρίων κατά κύριο λόγο αρνητικά κατά Gram). Θα πρέπει να εμποδιστεί η ανάπτυξη επιβλαβών μικροοργανισμών και να ευνοηθεί η ανάπτυξη των γαλακτοβακιλίων, που με τη γαλακτική ζύμωση θα παράγουν γαλακτικό οξύ ώστε να επιτευχθεί ο τύπος επιτραπέζιας ελιάς Ισπανικού τύπου και να συντηρηθεί το προϊόν.

Η ζύμωση των πράσινων ελιών είναι αυθόρμητη διαδικασία. Το διάλυμα της άλμης μετατρέπεται σταδιακά σε θρεπτικό μέσο για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Τα ωσμωτικά φαινόμενα οδηγούν στην εκχύλιση θρεπτικών συστατικών από την ελιά στην άλμη, όπως υδατάνθρακες (κυρίως γλυκόζη, φρουκτόζη,μανιτόλη, σακχαρόζη) και οργανικά οξέα (μηλικό, κιτρικό, οξικό). Υπάρχουν, επίσης, μικρές ποσότητες φαινολικών ουσιών.

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της άλμης προκαλούν σταδιακά φυσική επιλογή των μικροοργανισμών καθώς προχωρά η ζύμωση. Η αύξηση της αυτόχθονης μικροχλωρίδας των γαλακτοβακίλλων είναι επαρκής για να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αριθμό αυτών των βακτηρίων στην άλμη. Η διαδικασία της ζύμωσης μπορεί να διαρκέσει από 40 ημέρες έως μερικούς μήνες, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες. Οι γαλακτοβάκιλλοι είναι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί, παρουσιάζουν δηλαδή το μέγιστο της δραστηριότητάς τους σε ένα εύρος θερμοκρασιών 23-27°C, ενώ δεν αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες μικρότερες των 15° και μεγαλύτερες των 32°C.

Οι γαλακτοβάκιλλοι χωρίζονται στους ομοζυμωτικούς και τους ετεροζυμωτικούς. Στις δεξαμενές ζύμωσης υπάρχει ένα μίγμα ομοζυμωτικών και ετεροζυμωτικών γαλακτοβάκιλλων. Οι ομοζυμωτικοί καταναλώνουν τα σάκχαρα και παράγουν γαλακτικό οξύ.



Οι ετεροζυμωτικοί καταναλώνουν σάκχαρα και παράγουν γαλακτικό οξύ, CO₂, αιθυλική αλκοόλη.



Την καλύτερη αξιοποίηση των σακχάρων προς γαλακτικό οξύ κάνουν οι ομοζυμωτικοί γαλακτοβάκιλλοι. Η γαλακτική ζύμωση θεωρούμε ότι έχει ολοκληρωθεί όταν η παραγόμενη ποσότητα γαλακτικού οξέος είναι 0,8-1%, ώστε το προϊόν να μπορεί να συντηρηθεί.

Όταν χρησιμοποιούμε ποικιλίες ελιάς με μικρή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, η γαλακτική ζύμωση ολοκληρώνεται και το παραγόμενο γαλακτικό οξύ βρίσκεται σε χαμηλότερα επίπεδα από το επιθυμητό. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με δύο τρόπους:

- α) Να προσθέσουμε γαλακτικό οξύ του εμπορίου ώστε να ανεβάσουμε την περιεκτικότητα σε γαλακτικό οξύ ώστε το προϊόν να μπορεί να συντηρηθεί.
- β) Να προσθέσουμε κάποιο σάκχαρο στην άλμη ενώ η γαλακτική

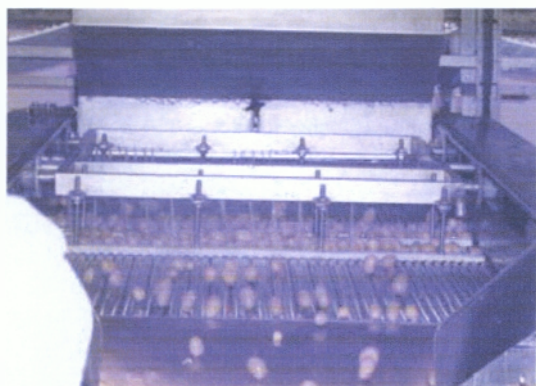
ζύμωση βρίσκεται σε εξέλιξη ώστε να παραχθεί μεγαλύτερη ποσότητα γαλακτικού οξέος.¹

2.1.3. Αποθήκευση των ζυμούμενων ελιών

Μετά τη ζύμωση οι ελιές διατηρούνται στη μητρική άλμη μέχρι να πωληθούν. Όταν η θερμοκρασία αυξάνει (την άνοιξη και το καλοκαίρι), τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της άλμης θα πρέπει να ρυθμιστούν ώστε να αποτραπεί η ασθένεια της δυσσομίας (zaratera). Αυτό περιλαμβάνει τη διόρθωση της υπολειπόμενης αλκαλικότητας, ώστε η τιμή του pH να κυμαίνεται μεταξύ 3,7 και 4,0, ενώ η συγκέντρωση του άλατος θα πρέπει να είναι 8% ή υψηλότερη. Εάν δεν ρυθμιστούν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της άλμης, μπορεί να αναπτυχθούν προπιονικά βακτήρια τα οποία καταναλώνουν το γαλακτικό οξύ (4^ο στάδιο της ζύμωσης) και οδηγούν σε ανεπιθύμητες αλλοιώσεις ("zaratera").

2.1.4. Χειρισμοί πριν τη συσκευασία

Πριν τη συσκευασία, οι ελιές υποβάλλονται σε διάφορους χειρισμούς. Αρχικά είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί ο ποδίσκος από τον καρπό με τη χρήση ειδικού μηχανήματος (Εικ. 2.11). Επίσης, όσοι καρποί δεν έχουν το κατάλληλο χρώμα θα πρέπει να διαχωριστούν με τη βοήθεια μηχανών που φέρουν ειδικά φωτοκύτταρα (Εικ. 2.12). Στη συνέχεια πραγματοποιείται η διαλογή και ταξινόμηση του καρπού (Εικ. 2.13). Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη προκειμένου να παραχθεί προϊόν με ομοιογενές μέγεθος καρπών, καθώς επίσης και να αποφευχθεί η θραύση του πυρήνα κατά τη διαδικασία της εκπυρήνωσης. Οι πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου είναι συνήθως εκπυρήνωμένες και γεμιστές με πάστα πιπεριάς. Για τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται κατάλληλες μηχανές που κάνουν εκπυρήνωση και ταυτόχρονα γέμιση του καρπού (Εικ. 2.14).



Εικ. 2.11: Μηχάνημα αφαίρεσης του ποδίσκου



Εικ. 2.12: Μηχάνημα διαλογής με βάση το χρώμα του καρπού



Εικ. 2.13: Ταξινομητής ελιών με βάση το μέγεθος



Εικ. 2.14: Μηχάνημα εκपुरήνωσης και γέμισης

Εάν η ζύμωση είναι πλήρης, οι ελιές μπορούν να συντηρηθούν με βάση τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που έχουν αποκτήσει μετά το τέλος της επεξεργασίας, δηλ. $pH < 3,5$ και $NaCl > 5,0\%$.

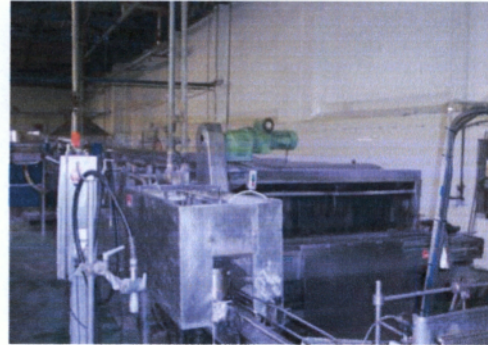
Για το λόγο αυτό, οι καρποί τοποθετούνται σε περιέκτες (γυάλινα ή μεταλλικά δοχεία, πλαστικές σακούλες) που έχουν καινούργια άλμη με τα απαραίτητα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, ώστε οι παραπάνω τιμές pH και άλατος να επιτυγχάνονται σε κατάσταση ισορροπίας.

Εάν η ζύμωση δεν είναι πλήρης, ή δεν είναι δυνατό να επιτευχθούν τιμές pH μικρότερες από 3,5, οι ελιές θα πρέπει να υποβληθούν σε θερμική επεξεργασία (παστερίωση). Οι συνθήκες θερμικής επεξεργασίας καθορίζονται από τους Gonzalez and Rejano (1984).

Σήμερα, η βιομηχανία είναι εξοπλισμένη με κατάλληλες εγκαταστάσεις για να ολοκληρώνεται αυτόματα η συσκευασία και η παστερίωση των ελιών (Εικ. 2.15 και 2.16) (δικτυακός τόπος 2).



Εικ. 2.15: Γραμμή συσκευασίας



Εικ. 2.16: Παστεριωτής

2.2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΑΥΡΕΣ ΕΛΙΕΣ ΣΕ ΑΛΜΗ

Για την προετοιμασία αυτού του τύπου, οι καρποί θα πρέπει να βρίσκονται στο στάδιο της πλήρους ωριμότητας, χωρίς όμως να είναι υπερώριμοι, επειδή οι ελιές που συγκομίζονται σε προχωρημένο στάδιο διατηρούν μεν καλό χρώμα μετά την επεξεργασία, αλλά η υφή τους δεν είναι συνεκτική⁶.

2.2.1. Τοποθέτηση σε άλμη και ζύμωση

Παραδοσιακά οι ελιές τοποθετούνται σε άλμη με συγκέντρωση άλατος μεταξύ 8 και 10% (w/v), αν και στις πιο ψυχρές περιοχές χρησιμοποιούνται χαμηλότερες συγκεντρώσεις (περίπου 6%). Η ζύμωση διαρκεί αρκετό χρόνο, επειδή η διάχυση των ζυμούμενων συστατικών μέσω της επιδερμίδας του καρπού είναι αργή, γιατί οι ελιές δεν έχουν υποστεί χειρισμό με καυστικό νάτριο. Σε αυτήν τη διαδικασία, η εκπίκριση του καρπού επιτυγχάνεται μόνο με υδρόλυση της ελευρωπαΐνης στην άλμη και η ισορροπία επέρχεται σε 8-12 μήνες.

Κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών, επικρατούν τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια, ο πληθυσμός των οποίων φθάνει στο μέγιστο την 3^η-4^η ημέρα, για να εξαφανιστούν μετά από 7-15 ημέρες. Τα κυριότερα γένη αυτού του σταδίου είναι: *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Achromobacter*, *Aeromonas* και *Escherichia*. Εντούτοις, σε αυτή την αυθόρμητη ζύμωση η επικρατούσα μικροχλωρίδα είναι οι ζύμες. Αρχίζουν να αναπτύσσονται τις πρώτες ημέρες της ζύμωσης, φθάνουν στο μέγιστο πληθυσμό τους μετά από 10-25 ημέρες και είναι παρούσες για όλο το χρονικό διάστημα που διατηρούνται οι ελιές στις δεξαμενές ζύμωσης. Ο *Saccharomyces oleaginosus* και *Hansenula anomala* μπορεί να θεωρηθούν τα περισσότερο αντιπροσωπευτικά είδη αυτής της ζύμωσης. Σε ορισμένες ποικιλίες (*Gordal*, *Hojiblanca*, κλπ) και σε χαμηλή συγκέντρωση άλατος (κάτω από 5%), υπάρχουν επίσης θετικοί κατά Gram κόκκοι (*Pediococcus* και *Leuconostoc*) κατά τη διάρκεια των

πρώτων ημερών της ζύμωσης. Επιπλέον, εάν η συγκέντρωση άλατος δεν είναι μεγαλύτερη από 8,0%, είναι δυνατόν να παρατηρηθεί ανάπτυξη γαλακτοβακίλλων σε όλη τη διάρκεια της ζύμωσης.

Η εκπίκριση των καρπών επιτυγχάνεται με σταδιακή υδρόλυση της ελευρωπαΐνης στην άλμη. Η διαδικασία όμως αυτή είναι αργή και η ισορροπία επιτυγχάνεται σε 8-12 μήνες.

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης σε αναερόβιες συνθήκες, ένα ποσοστό καρπών εμφανίζει την αλλοίωση «αεριοπάθηση» (fish-eye) (Εικ. 2.17). Η αλλοίωση αυτή οφείλεται στη συσσώρευση CO₂ που σχηματίζεται κατά την αναπνοή του καρπού και τη δραστηριότητα μικροοργανισμών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.



Εικ. 2.17: Ελιές με την αλλοίωση της αεριοπάθησης

Για να αποφευχθεί η αλλοίωση, η ζύμωση πραγματοποιείται κάτω από αερόβιες συνθήκες. Για το λόγο αυτό, η δεξαμενή ζύμωσης τροποποιείται με την εισαγωγή μιας κεντρικής στήλης (Εικ. 2.18 και 2.19) μέσω της οποίας διοχετεύεται αέρας υπό μορφή φουσαλίδων.⁶



Εικ. 2.18: Στήλη για τον αερισμό



Εικ. 2.19: Δεξαμενή ζύμωσης με αερισμό

Ο αέρας απομακρύνει το CO_2 που παράγεται από την αναπνοή των καρπών και το μικροβιακό μεταβολισμό. Η παροχή του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 0,1-0,3 λίτρων αέρα ανά ώρα και λίτρο χωρητικότητας των δεξαμενών.

Οι φυσαλίδες του αέρα διατηρούν μία συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στην άλμη, που προκαλεί την αύξηση των προαιρετικά αναερόβιων αντί των ζυμωτικών μικροοργανισμών.

Τα είδη των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων που αναπτύσσονται ανήκουν στην ίδια οικογένεια με εκείνα που υπάρχουν στην παραδοσιακή διαδικασία (εντεροβακτήρια). Οι ζύμες είναι παρούσες σε όλη τη ζύμωση, σε υψηλότερο όμως πληθυσμό απ' ότι στις αναερόβιες συνθήκες. Τα γαλακτικά βακτήρια αναπτύσσονται μόνο όταν η συγκέντρωση άλατος είναι χαμηλή (<8%). Αρχικά εμφανίζονται σχεδόν αποκλειστικά τα *Leuconostoc* και *Pediococcus*, αλλά μετά από 20 ημέρες κυριαρχούν οι γαλακτοβάκιλλοι⁶.

Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της διαδικασίας έναντι της αναερόβιας ζύμωσης είναι: (i) μικρότερο ποσοστό εμφάνισης της αεριοπάθησης, (ii) απουσία συρρικνωμένων καρπών, (iii) μείωση του χρόνου ζύμωσης, επειδή οι φυσαλίδες του αέρα προκαλούν συνεχή επανακυκλοφορία της άλμης, γρήγορη διάχυση των σακχάρων και της ελευρωπαϊνης στην άλμη με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του χρόνου ζύμωσης (οι ελιές είναι διαθέσιμες για κατανάλωση σε 3 μήνες μόνο) και (iv) βελτιωμένο χρώμα,

γεύση και υφή.

Η ζύμωση σε αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες επηρεάζεται από την αρχική συγκέντρωση NaCl και το pH. Προκειμένου να αποτραπεί η υπερβολική αύξηση των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων, πρέπει να προστεθεί οξικό οξύ στην άλμη για μείωση της τιμής του pH κάτω από 4,5. Εάν το pH είναι υψηλό, παράγεται μεγάλος όγκος αερίου CO₂ λόγω υπερβολικής ανάπτυξης των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων, προκαλώντας την αλλοίωση της αεριοπάθησης στις ελιές.

Η συγκέντρωση NaCl εξαρτάται επίσης από τον τύπο της ζύμωσης που επιζητείται. Εάν στοχεύουμε μόνο στην ανάπτυξη των ζυμών, το ποσοστό του άλατος πρέπει να διατηρηθεί πάνω από 8%. Η ανάπτυξη χαμηλής ογκομετρούμενης οξύτητας (0,2-0,4% σε γαλακτικό οξύ) και το σχετικά υψηλό pH (4,3-4,5) στην άλμη, σημαίνει ότι η συγκέντρωση άλατος πρέπει να είναι 8-10% για να εξασφαλίσει επαρκή συντήρηση του προϊόντος. Εάν επιδιώκεται η ανάπτυξη των γαλακτοβακίλλων, η αρχική συγκέντρωση NaCl θα πρέπει να είναι 3-6% και όταν ολοκληρωθεί η ζύμωση θα πρέπει να προστεθεί αλάτι στην άλμη ώστε η αλατοπεριεκτικότητα να φτάσει το 6-8% σε ισορροπία. Σε αυτήν την περίπτωση, το τελικό pH είναι χαμηλότερο (3,9-4,1) σε σχέση με τα υψηλότερα ποσοστά άλατος και η ογκομετρούμενη οξύτητα υψηλότερη από 0,6% (εκφρασμένη σε γαλακτικό οξύ).

Η ροή του αέρα ελέγχεται με μετρητή ροής που προσαρμόζεται στο σημείο εισαγωγής του αέρα στο ζυμωτήρα. Συνήθως, η ροή καθορίζεται βάσει προηγούμενης εμπειρίας. Όταν τελειώσει η διαδικασία ζύμωσης, ο αερισμός είναι απαραίτητος μόνο εάν η συγκέντρωση του CO₂ αυξάνεται⁶.

2.2.2. Χειρισμοί πριν τη συσκευασία

Μετά τη ζύμωση και πριν την τελική συσκευασία, οι καρποί εκτίθενται στον ατμοσφαιρικό αέρα, προκειμένου να βελτιωθεί το χρώμα τους. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη και δεν πρέπει να υπερβεί τις 48 ώρες για να μην συρρικνωθούν οι ελιές. Το στάδιο αυτό, δεν είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί σε ελιές που έχουν ζυμωθεί σε αερόβιες συνθήκες. Πριν τη συσκευασία, γίνεται ποιοτική διαλογή για να απομακρυνθούν οι καρποί που δεν έχουν καλό χρωματισμό ή έχουν υποστεί ζημιές και έπειτα ταξινομούνται ανάλογα με το μέγεθός τους⁶.

2.2.3. Συσκευασία

Μερικά χρόνια πριν, οι ελιές αυτές δεν συσκευάζονταν, αλλά η διακίνησή τους γίνονταν σε «χύμα» μορφή. Γυάλινοι ή μεταλλικοί περιέκτες χρησιμοποιούνται σπάνια, αν και σήμερα υπάρχει αυξανόμενη τάση για συσκευασία του προϊόντος. Συνήθως, υπάρχουν δύο εμπορικοί τύποι για το προϊόν αυτό: φυσικές μαύρες ελιές σε άλμη (ελληνικός τύπος) και ελιές Καλαμών. Στην πρώτη περίπτωση, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά είναι: pH 4,0-4,2 και συγκέντρωση άλατος μεταξύ 6-8%. Για τις ελιές Καλαμών, οι τιμές pH είναι χαμηλότερες, επειδή προστίθεται ξίδι στην άλμη και επιπλέον ελαιόλαδο.

Για να εξασφαλιστεί η καλή συντήρηση του συσκευασμένου προϊόντος, μπορεί να εφαρμοστεί παστερίωση (όπως στην περίπτωση του πράσινου ελαιοκάρπου), ή προσθήκη σορβικού καλίου σε συγκέντρωση 0,05% (ως σορβικό οξύ) σε κατάσταση ισορροπίας⁶.

2.3. ΜΑΥΡΕΣ (ΩΡΙΜΕΣ) ΕΛΙΕΣ ΣΕ ΑΛΜΗ

Το βέλτιστο χρώμα για τη συγκομιδή των καρπών που παρασκευάζονται σύμφωνα με αυτόν τον τύπο, είναι όταν οι καρποί έχουν χρώμα αχυροκίτρινο, με ελαφρές παραλλαγές ανάλογα με την ποικιλία. Εντούτοις, σήμερα η συγκομιδή γίνεται όταν οι καρποί έχουν πράσινο χρώμα, ουσιαστικά ταυτόχρονα με εκείνους που επεξεργάζονται με την Ισπανική μέθοδο³.

Για να παρασκευαστούν οι ώριμες ελιές, οι καρποί θα πρέπει να υποβληθούν άμεσα σε διαδικασία οξειδωσης, χωρίς προηγούμενη εναποθήκευση. Εντούτοις, σε περίπτωση όπου δεν είναι δυνατή η άμεση επεξεργασία, λόγω π.χ. μειωμένων ποσοτήτων καρπού που δεν επαρκούν για να γεμίσει η δεξαμενή, οι ελιές θα πρέπει να συντηρηθούν για μικρότερο ή μεγαλύτερο χρονικό διάστημα πριν την επεξεργασία.

2.3.1. Εναποθήκευση

Στην Ισπανία, η διαδικασία που χρησιμοποιείται σε αυτό το στάδιο είναι παρόμοια με αυτήν των φυσικά ώριμων (μαύρων) ελιών. Συνιστάται η τοποθέτηση των καρπών σε δοχεία ζύμωσης με άλμη 4-6%. Η συγκέντρωση άλατος αυξάνεται σταδιακά σε 8-9% και διατηρείται σταθερή σε όλο το στάδιο της εναποθήκευσης.

Εντούτοις, το σύστημα αυτό οδηγεί σε σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας, λόγω ζαρώματος των καρπών (Εικ. 2.20) και αεριοπάθησης (alambrado) (Εικ. 2.21), που οφείλεται στη συσσώρευση των αερίων της αναπνοής (κυρίως CO₂) από τις ελιές και τη δραστηριότητα των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων και των ζυμών.

Για να αποτραπούν οι δύο παραπάνω τύποι αλλοιώσεων, η μέθοδος εναποθήκευσης τροποποιήθηκε ως εξής. Γίνεται διόρθωση του αρχικού pH της άλμης στο 3,8-4,0 με προσθήκη οξικού οξέος, που εμποδίζει την ανάπτυξη των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων, ενώ παράλληλα γίνεται αερισμός, που αποτρέπει τη συσσώρευση CO₂ όπως ακριβώς στις φυσικές μαύρες ελιές.



Εικ. 2.20: Ζαρωμένες μαύρες (ώριμες) ελιές



Εικ. 2.21: Ελιές με αεριοπάθηση

Η χρήση σχετικά χαμηλού αρχικού επιπέδου NaCl (περίπου 4-6%) ενισχύει το ζάρωμα και την αεριοπάθηση. Η συγκέντρωση του αλατος θα πρέπει να αυξηθεί στο 6-7% για να εξασφαλίσει τη συντήρηση των καρπών όταν αυξάνονται οι θερμοκρασίες, ιδιαίτερα την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Στις Η.Π.Α., η εναποθήκευση γίνεται σε διάλυμα χωρίς αλάτι οξιניσμένο με γαλακτικό και οξικό οξύ, σε αναερόβιες συνθήκες. Αυτή η μέθοδος αναπτύχθηκε για να μειώσει το πρόβλημα της διάθεσης της άλμης μετά τη συντήρηση. Στο στάδιο αυτό, προστίθεται επιπλέον βενζοϊκό νάτριο καθώς και χλωριούχο ασβέστιο για να βελτιωθεί η υφή των ελιών. Στην Ισπανία, η εναποθήκευση πραγματοποιείται με την προσθήκη οξικού οξέος, σε συγκέντρωση 1,5-3,0%. Σε μερικές περιπτώσεις, προστίθεται χλωριούχο ασβέστιο (0,1-0,3%, w/v) για να αποτραπεί η υποβάθμιση της υφής και τέλος η άλμη αερίζεται για να αποφευχθεί η εμφάνιση ζαρωμάτων και αεριοπάθησης.

2.3.2. Εγκαταστάσεις για την οξειδωση των καρπών

Η διαδικασία της οξειδωσης (μαυρίσματος) των καρπών γίνεται σε οριζόντιες κυλινδρικές δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα (Εικ. 2.22) ή πολυεστέρα (Εικ. 2.23). Συνήθως, οι δεξαμενές έχουν την ίδια χωρητικότητα με τους ζυμωτήρες (περίπου 10 τόνους) αλλά με όγκο υγρού 10000 λίτρα. Αέρας με πίεση

εισάγεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων, έτσι ώστε η διαδικασία οξείδωσης να είναι ομοιόμορφη.



Εικ. 2.22: Δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα για την οξείδωση ελιών



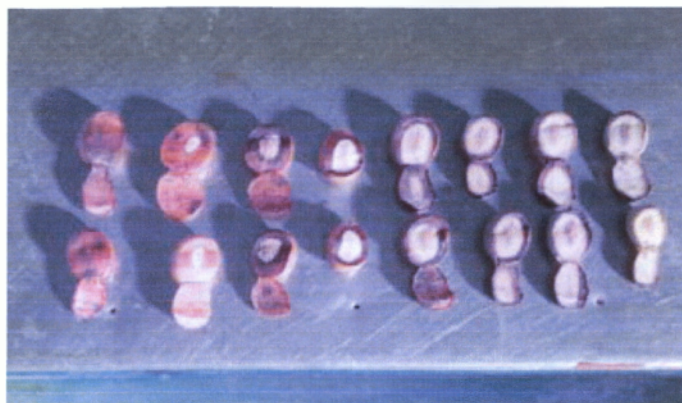
Εικ. 2.23: Δεξαμενές από πολυεστέρα για την οξείδωση ελιών

2.3.3. Επεξεργασία με καυστικό νάτριο και οξείδωση με αέρα

Η βιομηχανική διαδικασία για την παραγωγή ώριμων ελιών περιλαμβάνει διαδοχικές επεξεργασίες με αραιό διάλυμα NaOH. Στο ενδιάμεσο των χειρισμών με το άλκαλι, οι καρποί εμβαπτίζονται σε νερό στο οποίο διοχετεύεται αέρας. Κατά τη διάρκεια αυτής της επεξεργασίας, οι ελιές μαυρίζουν σταδιακά λόγω οξείδωσης των ορθο-διφαινολών, της υδροξυτυροσόλης και του καφεϊκού οξέος.

Ο αριθμός των χειρισμών στο καυστικό νάτριο κυμαίνεται από 2 έως 5. Η διείδυση στον καρπό ελέγχεται έτσι ώστε το NaOH του πρώτου χειρισμού μόλις να διαπερνά την επιδερμίδα. Οι επόμενοι χειρισμοί γίνονται ώστε το NaOH να διαπερνά βαθύτερα στη σάρκα του καρπού. Ο τελικός χειρισμός με NaOH θα πρέπει να φθάσει στον πυρήνα. Είναι επίσης δυνατό να γίνει μόνο μια επεξεργασία με αλκάλι (Εικ. 2.24). Η συγκέντρωση του NaOH στο διάλυμα (μεταξύ 1-4%, w/v) εξαρτάται από την ωρίμανση των καρπών, την ποικιλία, το σύστημα συντήρησης, τη θερμοκρασία και την επιθυμητή ταχύτητα διείδυσης. Μετά από κάθε επεξεργασία με καυστικό νάτριο, προστίθεται νερό στη δεξαμενή όπου παραμένουν οι καρποί για 24 ώρες. Για να ελαχιστοποιηθούν τα υγρά απόβλητα, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί το νερό που

χρησιμοποιείται για την εναποθήκευση των καρπών, αραιωμένο με νερό βρύσης. (δικτυακός τόπος 2)



Εικ. 2.24: Διείσδυση του NaOH στη σάρκα των ελιών

2.3.4. Εκπλυση των υπολειμμάτων της σόδας

Μετά την τελευταία επεξεργασία με NaOH, οι ελιές πλένονται αρκετές φορές με νερό για να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο μέρος του NaOH και να μειωθεί η τιμή του pH στη σάρκα, σε τιμή 8 περίπου. Είναι δυνατό να μειωθεί ο αριθμός των πλυσιμάτων με την προσθήκη HCl για τρόφιμα στο νερό ή με την έγχυση CO₂ στις δεξαμενές.

2.3.5. Σταθεροποίηση χρώματος

Το μαύρο χρώμα της επιδερμίδας του καρπού δεν είναι σταθερό, εξασθενεί σταδιακά μετά την οξείδωση και ιδιαίτερα κατά τη συντήρηση του συσκευασμένου προϊόντος. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, προστίθεται γλυκονικός ή γαλακτικός σίδηρος στην άλμη συσκευασίας, σε συγκέντρωση 0,8-1% και 0,5-0,6% αντίστοιχα. Η διάχυση του σιδήρου στη σάρκα ολοκληρώνεται σε 10 ώρες περίπου, αλλά κανονικά αυτή η φάση παρατείνεται περίπου για 24 ώρες.

2.3.6. Συσκευασία και αποστείρωση

Οι μαύρες (ώριμες) ελιές (ολόκληρες, εκπυρηνωμένες, κομμένες στη μέση, στα τέσσερα ή σε πάστα) συσκευάζονται σε βερνικωμένα μεταλλικά δοχεία με άλμη 2-4%. Σήμερα, χρησιμοποιούνται επίσης και γυάλινες συσκευασίες.

Οποιαδήποτε συσκευασία, μόλις κλειστεί πρέπει να αποστειρωθεί (Εικ. 2.25).



Εικ. 2.25: Μέσα αποστείρωσης μαύρων (ώριμων) ελιών

Για να γίνει σωστά η συντήρηση θα πρέπει η ελάχιστη τιμή θνησιμότητας να είναι 15 F_0 . Γενικά, η θερμική επεξεργασία πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 121-126°C (δικτυακός τύπος 2).

2.4. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

Κατά την επεξεργασία επιτραπέζιας ελιάς παράγονται απόβλητα, τα οποία διακρίνονται σε στερεά και υγρά. Ο όγκος και το είδος των αποβλήτων εξαρτάται από τον τρόπο παραγωγής της επιτραπέζιας ελιάς. Τα υγρά απόβλητα καταλαμβάνουν το κύριο μέρος των αποβλήτων που παράγονται κατά τα διάφορα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου. Αυτό οφείλεται στις μεγάλες ποσότητες νερού που είναι απαραίτητες για την επεξεργασία του ελαιοκάρπου καθώς και για την πλύση του εξοπλισμού της μονάδας.

Χαρακτηριστικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι για κάθε κιλό επεξεργασμένου καρπού δημιουργούνται περίπου 1,2 lt υγρών αποβλήτων. Μόνο για την παραγωγή επιτραπέζιων ελιών, το ποσό των υγρών αποβλήτων που επεξεργάζεται και απορρίπτεται στο περιβάλλον ανέρχεται σε περισσότερους από 750.000 τόννους ετησίως (δικτυακός τόπος 4).

Τα απόβλητα παρουσιάζουν υψηλό οργανικό φορτίο και υψηλές συγκεντρώσεις φαινολικών ενώσεων γεγονός που καθιστά δύσκολη την επεξεργασία αυτών. Όμως είναι σημαντική η επεξεργασία των αποβλήτων γιατί τις περισσότερες φορές απορρίπτονται στην θάλασσα, σε μικρά ρέματα και σε ποτάμια χωρίς να έχουν επεξεργαστεί, με αποτέλεσμα να καθίστανται απειλή για το περιβάλλον⁴.

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ-ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Απόβλητα είναι υγρές βιομηχανικές απορροές, που αποτελούνται συνήθως από νερό, το οποίο έχει επιβαρυνθεί με ενέργεια (συνήθως θερμοκρασία) ή υποπροϊόντα ή παραπροϊόντα της παραγωγικής διαδικασίας σε ποσότητες, οι οποίες δεν επιφέρουν την ανάκτησή τους με οικονομικά κριτήρια. Οι απορροές αυτές πρέπει να διατεθούν με απομάκρυνσή τους από τους χώρους παραγωγής⁷.

Από τα απόβλητα που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών, οι φαινολικές και οργανικές ουσίες, που είναι υπεύθυνες για τις υψηλές τιμές BOD₅ (βιολογική απαίτηση σε οξυγόνο: η ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου που καταναλώνεται σε πέντε ημέρες από βιολογικές διεργασίες που διασπούν την οργανική ουσία) και COD (χημική απαίτηση σε οξυγόνο: η ποσότητα οξυγόνου σε mg/l που απαιτείται για την οξειδωση των οργανικών και ανόργανων ενώσεων), θεωρούνται οι πιο προβληματικές κατά την επεξεργασία. Το γεγονός αυτό σχετίζεται με τη χαμηλή συγκέντρωση αζώτου και την υψηλή συγκέντρωση αργά διασπούμενων ενώσεων (π.χ. ταννίνες).

Η αποδοτική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων απαιτεί γρήγορη και πλήρη βιοδιάσπαση των ρύπων με οικονομική λειτουργία των μονάδων επεξεργασίας.

Οι ποσότητες και η σύνθεση των αποβλήτων ποικίλλουν αρκετά και επηρεάζονται από τους εξής παράγοντες:

- A. Το είδος της επεξεργασίας
- B. Την ποικιλία των καρπών
- Γ. Το μέγεθος της καλλιεργούμενης έκτασης
- Δ. Τη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων
- Ε. Το χρόνο συγκομιδής και το στάδιο ωριμότητας
- ΣΤ. Το κλίμα και τις καιρικές συνθήκες (δικτυακός τόπος 2)

3.2. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα υγρά απόβλητα που παράγονται κατά την επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό και ανόργανο φορτίο, που καθιστά δύσκολη την επεξεργασία τους. Η ρυπαντική ικανότητα των υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία της ελιάς είναι εκατό φορές μεγαλύτερη από τα αστικά απόβλητα. Ο απλούστερος τρόπος διάθεσης (που εφαρμόζεται σήμερα στην Ιταλία) είναι η εφαρμογή τους στο έδαφος, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα λόγω της τοξικής επίδρασης των πολυφαινόλων και της ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα⁷.

Μόνο το νερό από το πλύσιμο του ελαιοκάρπου, μετά την παράδοσή του στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση, επειδή έχει χαμηλό οργανικό φορτίο. Μια τυπική σύσταση των υγρών αποβλήτων κατά την επεξεργασία επιτραπέζιας ελιάς παρουσιάζεται στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1.: Κύρια χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών

Χαρακτηριστικό	NaOH & Νερό πλύσης	Άλμη
pH	9 -13	4
NaOH (g/L)	1,1-1,5	-
NaCl (g/L)	-	6-10
Ελεύθερη οξύτητα (g γαλακτικού οξέως /L)	-	6-15
Πολυφαινόλες (g tannic acid/L)	4,1-6,3	5-7
COD (g O /L)	23-28	10-20
BOD ₅ (g O /L)	15-25	9-15
Διαλυτά οργανικά στερεά (g/L)	30-40	10-20

Εντούτοις, η σύνθεση των χαρακτηριστικών μπορεί να παρουσιάζει διακυμάνσεις ανάλογα με την ποικιλία της ελιάς, τη μέθοδο συγκομιδής κ.ά. Για την επεξεργασία 1kg επιτραπέζιων ελιών απαιτούνται περίπου 1,2 λίτρα νερού. Η ετήσια παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς στην Ε.Ε. αντιστοιχεί σε ποσό μεγαλύτερο των 750.000 τόννων υγρών αποβλήτων που πρέπει να επεξεργαστούν πριν διατεθούν σε κάποιο αποδέκτη (δικτυακός τόπος 2).

3.3. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

3.3.1. Διήθηση (Filtration)

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

Μπορεί να εφαρμοστεί μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλη τεχνολογία επεξεργασίας. Η διήθηση μπορεί να γίνει είτε φυσικά (με βαρύτητα), είτε βεβιασμένα με εφαρμογή πίεσης στην πλευρά εισόδου ή με εφαρμογή κενού στην πλευρά εξόδου των αποβλήτων. Συνήθως, η διήθηση χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των στερεών υλικών από τα υγρά απόβλητα που μπορεί να εμποδίσουν την περαιτέρω επεξεργασία (πχ φράξιμο σωλήνων). Η διήθηση για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα βασίζεται στις μεθόδους διαχωρισμού μεμβρανών. (δικτυακός τόπος 2)

3.3.2. Επίπλευση (Flotation)

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

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

Ορισμένα ερευνητικά αποτελέσματα δείχνουν ότι είναι δυνατό να αφαιρεθεί η λιγνίνη και τα πολυμερή της λιγνίνης από τα υγρά απόβλητα με διήθηση. Τα συστατικά αυτά μπορεί να διασπαστούν στη συνέχεια από κάποιους μύκητες (π.χ. *Actinobacteria*), που χρησιμοποιούν την λιγνίνη ως θρεπτικό υπόστρωμα. (δικτυακός τόπος 2)

3.3.3. Καθίζηση (Sedimentation)

Η καθίζηση στηρίζεται στην μεγαλύτερη πυκνότητα των μορίων από αυτή του νερού για την απομάκρυνσή τους από την υδατική φάση. Η διαδικασία μπορεί να είναι φυσική (κατακρήμνιση λόγω βαρύτητας) ή εξαναγκασμένη (σε φυγοκεντρικό διαχωριστή ή

κυκλώνα).

Μετά από την αφαίρεση των ογκωδών στερεών, τα υγρά απόβλητα ρέουν στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, όπου η ταχύτητα ροής μειώνεται και τα αιωρούμενα υλικά βυθίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής. Σε αυτό το στάδιο απομακρύνεται το 50% περίπου των διαλυμένων στερεών και το 35% του BOD. Επίσης, τα συστατικά που επιπλέουν όπως το έλαιο συλλέγονται από την επιφάνεια των δεξαμενών. Το υλικό που καθιζάνει (πρωτοβάθμια ιλύς) συλλέγεται σε μια χοάνη και οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ασβέστης για τον έλεγχο των ανεπιθύμητων οσμών. (δικτυακός τόπος 2)

3.3.4. Απολίπωση (Degreasing)

Πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στο σύστημα βιολογικού καθαρισμού, θα πρέπει πρώτα να απομακρυνθεί η λιπαρή φάση με τη χρήση παγίδας λιπών, δεδομένου ότι εμποδίζουν τη ομαλή λειτουργία των βιολογικών εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Παράγοντας αποφασιστικής σημασίας για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος απολίπωσης είναι το μέγεθος των ελαιοσταγονιδίων. Όσο μεγαλύτερα είναι τα σταγονίδια, τόσο μεγαλύτερη είναι η τάση τους να σχηματίσουν ένα φιλμ ελαίου στην επιφάνεια του νερού, για την απομάκρυνση του οποίου χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές, οι απολιπωτές (oil skimmer). Οι συσκευές αυτές είναι ιμάντες ή δίσκοι από χάλυβα ή πλαστικό που βυθίζονται συνεχώς στα υγρά απόβλητα. Το έλαιο προσκολλάται στην υδρόφιλη φάση και στη συνέχεια απομακρύνεται από την επιφάνεια.

Στην περίπτωση που τα σταγονίδια του ελαίου είναι πολύ μικρά ή η συγκέντρωση του ελαίου είναι χαμηλή, χρησιμοποιούνται οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές ή διαχωριστές βαρύτητας. (δικτυακός τόπος 2)

3.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

3.4.1. Λίμνες Εξάτμισης (Lagoons)

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

Σήμερα οι λίμνες εξάτμισης χρησιμοποιούνται για "αποθήκευση" και εξάτμιση του ύδατος, ενώ παράλληλα έχουμε και διαχωρισμό των στερεών από την υγρή φάση με καθίζηση. Το μέγιστο ποσοστό εξάτμισης μπορεί να φθάσει σε τιμές 1m^3 ανά 1m^2 κατά τη διάρκεια ενός μήνα. Μετά την εξάτμιση των υγρών αποβλήτων, τα στερεά που απομένουν χρησιμοποιούνται ως λίπασμα.

Οι λίμνες εξάτμισης είναι απλές εφαρμογές, χαμηλού κόστους, αλλά υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εάν η μόνωση της λεκάνης δεν είναι σωστή ή εάν υπάρξει κάποια διαρροή. Κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η έντονη δυσοσμία που αναδύεται από τα υγρά απόβλητα, η οποία είναι αντιληπτή σε μεγάλη απόσταση. Ο ρυθμός εξάτμισης εξαρτάται από το κλίμα και μπορεί να διαρκέσει μερικές εβδομάδες. Στο τέλος της διαδικασίας παραμένει μια ελαιούχος και υγρή λάσπη. (δικτυακός τόπος 2)

3.4.2. Μέθοδος Ενεργού Ιλύος (Activated Sludge)

Οι πρώτες εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων δημιουργήθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1930. Κύριος σκοπός τότε ήταν η απομάκρυνση των μη διαλυτών στερεών (π.χ. άμμος, περιττώματα). Τα διαλυμένα συστατικά (οργανικές ενώσεις, άζωτο, και φωσφόρος) απορρίπτονταν στα ποτάμια. Τα αποτελέσματα ήταν τοξικά και δημιούργησαν συνθήκες ευτροφισμού στους υδατικούς αποδέκτες. Η πρώτη βιολογική επεξεργασία υγρών αποβλήτων επικεντρώθηκε στην αποικοδόμηση των οργανικών πηγών άνθρακα.

Σήμερα, η κατάσταση έχει αλλάξει ριζικά και τα πρότυπα ποιότητας στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι πολύ υψηλά. Η μέθοδος εστιάζεται στη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, λόγω της χαμηλότερης λειτουργικής δαπάνης και της υψηλότερης αποδοτικότητας σε σύγκριση με τη χημική επεξεργασία⁸.

Η μέθοδος της ενεργούς ιλύος είναι η περισσότερο διαδεδομένη βιολογική επεξεργασία υγρών αποβλήτων στον κόσμο. Η βιομάζα αποτελείται από βακτήρια, που είναι υπεύθυνα για τη διαδικασία αποικοδόμησης και πρωτόζωα που τρώνε τα βακτήρια. Η διαδικασία αυτή της βιοκένωσης καλείται ενεργή ύλης.

Η διαδικασία αποικοδόμησης οδηγεί στην παραγωγή υψηλών ποσοτήτων ιλύος, διοξειδίου του άνθρακα και νιτρικά ιόντα (NO_3^-). Η ιλύς ανακυκλώνεται μερικώς στη δεξαμενή αερισμού και το πλεόνασμα θα πρέπει να υποβληθεί σε κάποια επεξεργασία πριν διατεθεί για περαιτέρω χρήση.

Βελτιώσεις στην επεξεργασία των αποβλήτων οδήγησαν στην τροποποίηση της μεθόδου από μια δεξαμενή αερόβιας επεξεργασίας, σε ένα συνδυασμό δεξαμενών που περιλαμβάνουν αερόβιες, (δηλ. συνθήκες όπου το διαλυμένο οξυγόνο είναι μεταξύ 0-0,5 ppm) και αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες απομακρύνουν ανόργανα στοιχεία όπως το άζωτο και ο φωσφόρος.

Για να γίνουν κατανοητές αυτές οι διαδικασίες, θα πρέπει να αναφερθούν σύντομα μερικά βασικά στοιχεία. (δικτυακός τόπος 2)

3.4.3. Απομάκρυνση Αμμωνιακού Αζώτου

Οι αζωτούχες ενώσεις όπως η αμμωνία, τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού και είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία. Η απομάκρυνση του αζώτου από τα υγρά απόβλητα χωρίζεται σε δύο φάσεις: νιτροποίηση (nitrification) και απονιτροποίηση (denitrification). Αυτό οδηγεί στην οξείδωση της οργανικής ουσίας καθώς επίσης και στην αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, και τέλος σε οξειδία του αζώτου και αέριο άζωτο.

Η νιτροποίηση πραγματοποιείται σε έντονα οξειδωτικές συνθήκες και περιλαμβάνει δύο στάδια:

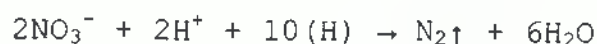
1. Μετατροπή των αμμωνιακών ιόντων σε νιτρώδη με τη δράση νιτροβακτηρίων του γένους Nitrosomonas:



2. Μετατροπή των νιτρωδών ιόντων σε νιτρικά με τη δράση νιτροβακτηρίων του γένους nitrobact



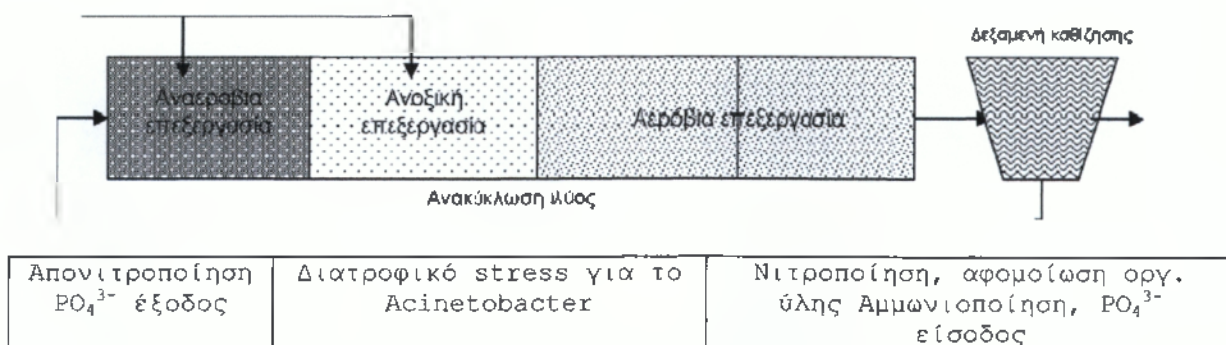
Η απονιτροποίηση είναι το δεύτερο στάδιο στην απομάκρυνση του αζώτου από τα υγρά απόβλητα, κατά το οποίο οι μικροοργανισμοί προσλαμβάνουν την απαραίτητη ενέργεια για την αναπαραγωγή τους από την αναγωγή των νιτρικών σε αέριο άζωτο. Για την αναγωγή των νιτρικών σε άζωτο απαιτείται οπωσδήποτε μία πηγή άνθρακα που μπορεί να προέρχεται από τις διαλυτές οργανικές ενώσεις των ακατέργαστων αποβλήτων. Η ακόλουθη σχέση παρουσιάζει αυτήν τη διαδικασία:



3.4.4. Απομάκρυνση Φωσφόρου

Ο φωσφόρος είναι σε μεγαλύτερο βαθμό υπεύθυνος για τη δημιουργία συνθηκών ευτροφισμού, συγκριτικά με το άζωτο, προκαλώντας σημαντική αύξηση στην πληθυσμιακή πυκνότητα των αλγών. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στους υδατικούς αποδέκτες και η θανάτωση των υδρόβιων οργανισμών. Κατά τη βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων, ένα μέρος του στοιχείου αυτού ενσωματώνεται στη κυτταρική βιομάζα ως απαραίτητο συστατικό της δομής της, ενώ η περίσσεια μπορεί να απομακρυνθεί είτε με βιολογική διεργασία είτε με χημική καθίζηση. Σήμερα συμβαίνει συχνά να απομακρύνεται ο φωσφόρος από τα υγρά απόβλητα με χημική διεργασία (καθίζηση), χρησιμοποιώντας χημικά πρόσθετα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ και FeCl_3 . Ο φωσφόρος καταβυθίζεται είτε ως άλας ασβεστίου ή άλας σιδήρου. Τα ιζήματα παραλαμβάνονται είτε στην πρωτογενή είτε στη δευτερογενή λάσπη. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι το αυξημένο κόστος, λόγω της χημικής επεξεργασίας, ενώ παράλληλα παράγονται υψηλά ποσά κατακρημνισμένης λάσπης, η οποία πρέπει να απορριφθεί⁷.

3.4.5. Περιγραφή της μεθόδου



Σχήμα 3.1.: Διάγραμμα ροής με μερικές σημαντικές λειτουργίες στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Η μέθοδος της ενεργούς ιλύος περιλαμβάνει τη χρήση διαφορετικών μικροοργανισμών όπως βακτήρια, νηματοειδή βακτήρια, πλενιάζωα ή τριχόποδα (rotifers), πρωτόζωα και φύκη

(algae). Είναι σημαντικό κατά τη διαδικασία της ενεργούς ιλύος η υπάρχουσα μικροχλωρίδα να σχηματίζει συσσωματώματα, τα οποία καθιζάνουν εύκολα, δημιουργώντας διαυγή απόβλητα με χαμηλή συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών. Για την επιτυχία της μεθόδου είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε τους τύπους βακτηρίων και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.

Πρόσφατα, βιο-αντιδραστήρες μεμβρανών (MBRs), με εξωτερική ή εσωτερική μονάδα μικρο-διήθησης (microfiltration) και υπερδιήθησης (ultrafiltration) αρχίζουν να αποτελούν ελπιδοφόρα εναλλακτική λύση στα συμβατικά συστήματα της ενεργούς ιλύος. Τα συστήματα αυτά είναι συμπαγή (αποφεύγοντας τη δεξαμενή καθίζησης), υψηλής απόδοσης (με συγκεντρώσεις λάσπης 2-3 φορές μεγαλύτερες από τα συμβατικά συστήματα) και ικανά για επεξεργασία υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας τροφίμων με υψηλό COD.

Αυτή η μέθοδος (ενεργός ιλύς) χρησιμοποιείται για υγρά απόβλητα με BOD < 3000 mg/l και χρησιμοποιείται ως δεύτερο στάδιο για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων, μόλις δηλαδή μειωθεί το υψηλό BOD (20.000-35.000 mg/l) που αντιστοιχεί στα απόβλητα αυτά.

Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν τους ρύπους στα απόβλητα ως θρεπτικό υπόστρωμα, οξειδώνοντάς τους σε CO₂ και παράλληλα δημιουργούν νέα βιομάζα (ή λάσπη). Η ενεργός ιλύς αξιοποιείται συνήθως για την αφαίρεση διαλυμένων κολλοειδών ρύπων από τα υγρά απόβλητα που βρίσκονται σε χαμηλή συγκέντρωση. Υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων στα υγρά απόβλητα και αργές κινητικές απομάκρυνσης των ρύπων, καθιστούν τη μέθοδο το ακατάλληλη για άμεση επεξεργασία και αποτελεσματική απομάκρυνση των πολυφαινολών και χρωστικών ουσιών (ταννίνες). (δικτυκός τόπος2)

3.4.6. Αναερόβια επεξεργασία (Anaerobic treatment)

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

Εάν το οργανικό και ανόργανο φορτίο των αποβλήτων δεν είναι υψηλό, είναι δυνατόν η επεξεργασία να γίνει σε εγκαταστάσεις αστικών λυμάτων. Η επεξεργασία με τη μέθοδο της ενεργούς ιλύος έχει μεγάλη ικανότητα αφαίρεσης COD και BOD₅ (έως και 80-85% του ολικού φορτίου), αλλά μόνο εάν ο ρυθμός λειτουργίας είναι της τάξεως των 2-4 g/L ανά ημέρα. (δικτυακός τόπος 2)

3.5. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η αποτελεσματική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει την κατάλληλη προ-επεξεργασία με μεθόδους όπως η διήθηση, η συσσωμάτωση (flocculation) και το φιλτράρισμα. Με την επιλογή του καλύτερου χημικού παράγοντα (πολυηλεκτρολύτη) για συσσωμάτωση, είναι δυνατό να αποβληθεί σημαντικό ποσοστό κολλοειδών σωματιδίων από τα υγρά απόβλητα, τα οποία θα αφαιρεθούν στη συνέχεια με ένα φίλτρο άμμου (sand-bed). Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει διήθηση μέσω μεμβρανών που εξασφαλίζει συνολική μείωση του οργανικού φορτίου κατά 95%. Η μέθοδος αυτή βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και θα μπορούσε να αποτελέσει μια μελλοντική λύση. (δικτυακός τόπος 2)

3.5.1. Διαχωρισμός με μεμβράνες (Membrane separation)

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

Τα συστήματα διαχωρισμού με μεμβράνες μπορεί να διαχωρίσουν σε:

- Στερεά από αέρια ➤ Αέρια από υγρά
- Στερεά από υγρά ➤ Υγρά από υγρά
- Αέρια από αέρια ➤ Διαλυμένα ή κολλοειδή υλικά από υγρά

Η τεχνολογία των μεμβρανών χρησιμοποιείται για τη

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

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



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

3.5.2. Αποτέφρωση (Incineration)

Η αποτέφρωση είναι η καταστροφή του οργανικού περιεχομένου των αποβλήτων παρουσία αέρα σε υψηλή θερμοκρασία, που συνοδεύεται από πλήρη εξάτμιση του ύδατος. Όσο υψηλότερο είναι το οργανικό περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων (οργανική ουσία τουλάχιστον 10%), τόσο αποτελεσματικότερη είναι η τεχνολογία αποτέφρωσης σε σύγκριση με την μηχανική-βιολογική επεξεργασία. Ο φούρνος ρευστοποιημένης κλίνης (fluid bed oven) ή οι θάλαμοι στατικής αποτέφρωσης (static incineration chambers) χρησιμοποιούνται γενικά για αποτέφρωση των υγρών αποβλήτων, ενώ οι θάλαμοι αποτέφρωσης με περιστροφικούς σωλήνες (rotary tube ovens) χρησιμοποιούνται για συνδυασμένη αποτέφρωση στερεών και υγρών αποβλήτων.

Τα υγρά απόβλητα ψεκάζονται στο θάλαμο αποτέφρωσης υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων μέσω ειδικών ακροφυσίων, επιτυγχάνοντας έτσι την καλύτερη ανάμιξη με τον θερμό αέρα. Η θερμοκρασία αποτέφρωσης κυμαίνεται από 650°C μέχρι 1600°C περίπου. Το ιξώδες των υγρών αποβλήτων είναι εξαιρετικής σημασίας, επειδή ενεργεί ως υπόστρωμα (feed) και θα πρέπει να

είναι μικρότερο από 10.000 SSU (Saybolt Universal Seconds). Ως μέτρο σύγκρισης αναφέρουμε ότι ιξώδες 10.000 SSU αντιστοιχεί στο ιξώδες του μελιού, ενώ τα φυτικά έλαια έχουν ιξώδες 200 SSU περίπου.

Όλοι οι τύποι αποτεφρωτήρων μπορεί να λειτουργήσουν σε καθεστώς πυρόλυσης και μειωμένου οξυγόνου. Το κυριότερο πρόβλημα είναι η σχηματιζόμενη τέφρα και τα καυσαέρια, η διαχείριση των οποίων είναι δαπανηρή. (δικτυακός τόπος 2)

3.5.3. Εξάτμιση και απόσταξη

(Evaporation and Distillation)

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

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

Η μέθοδος της απόσταξης εφαρμόζεται για ιδιαίτερα μολυσμένα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων ή αλατούχα απόβλητα από

βιομηχανίες ψαριών ή κρέατος ή για την αναγέννηση ιοντο-ανταλλακτικών ρητινών. Το συμπυκνωμένο στερεό υλικό που προκύπτει από την εξάτμιση μπορεί να καεί και να παρέχει θερμική ενέργεια στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου. Όμως η καύση απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία των αερίων που δημιουργούνται. Ένα επιπλέον πρόβλημα είναι το συμπύκνωμα από την απόσταξη το οποίο δεν είναι από καθαρό νερό και περιέχει κλάσματα πτητικών λιπαρών οξέων και αλκοολών. Αυτές οι ενώσεις είναι υπεύθυνες για τις υψηλές τιμές COD (πάνω από 3 g COD/L) και απαιτείται πρόσθετη επεξεργασία του συμπυκνώματος πριν από τη διάθεσή του.

Αυτή την περίοδο η ΕΕ χρηματοδοτεί ένα πρόγραμμα για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων απόσταξης που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων ελαιουργείων. Το όνομα του προγράμματος είναι SOLARDIST.

3.5.4. Συσσωμάτωση (Flocculation)

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

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

Δυστυχώς αυτή η διαδικασία δεν είναι πολύ αποδοτική για τη

μείωση των ρύπων στο Υ.Α.Ε. Τα περισσότερα οργανικά συστατικά του Υ.Α.Ε. είναι δύσκολο να κατακρημνιστούν, όπως τα σάκχαρα ή τα πιητικά οξέα. Είναι κατάλληλο μόνο για την αφαίρεση των υπόλοιπων ανασταλμένων στερεών μετά από τη βιολογική επεξεργασία.

3.5.5. Καθίζηση (Precipitation)

Η μέθοδος της καθίζησης χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των διαλυμένων ουσιών από τα απόβλητα, με την προσθήκη ενός χημικού παράγοντα που ευνοεί τη συσσωμάτωση των σωματιδίων, παρεμποδίζοντας τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις που τα κρατούν χωριστά. Υπάρχουν τέσσερα βασικά στάδια στη διαδικασία: ρύθμιση pH, συσσωμάτωση, διαύγαση και διήθηση. Η καθίζηση είναι μέθοδος απομάκρυνσης του ρυπαντικού φορτίου από τα απόβλητα υπό μορφή στερεού ιζήματος. Το ίζημα εμφανίζεται μόνο όταν το διάλυμα είναι υπερκορεσμένο. Υπερκορεσμός σημαίνει ότι ένα διάλυμα περιέχει περισσότερες διαλυμένες ουσίες από εκείνες που θα μπορούσαν να βρίσκονται διαλυμένες. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ χρήσιμη στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, όπου μια χημική αντίδραση μπορεί να δημιουργήσει ένα στερεό ίζημα από το διάλυμα, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να απομακρυνθεί με φιλτράρισμα, φυγοκέντριση ή να χωριστεί διαφορετικά από την υγρή φάση.

3.5.6. Οξειδωση/Αναγωγή και Αποτοξικοποίηση (Oxidation/Reduction and Detoxification)

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

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

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

3.5.7. Προσρόφηση (Adsorption)

Η προσρόφηση είναι η φυσική σύνδεση αερίων ή διαλυμένων ουσιών στην επιφάνεια των στερεών, ιδιαίτερα σε πορώδη στερεά. Χρησιμοποιείται κυρίως ενεργός άνθρακας ως παράγοντας προσρόφησης. Η προσρόφηση εφαρμόζεται στις ακόλουθες περιπτώσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων: εξάλειψη οσμών, χρώματος ή γεύσης, ανάκτηση διαλυτών, καθαρισμός υγρών αποβλήτων, απομάκρυνση τοξικών ουσιών από τα απόβλητα, όπως φυτοφάρμακα, φαινόλες κλπ (δικτυακός τόπος 2).

3.6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.6.1. Εφαρμογή στο έδαφος

Η εφαρμογή στο έδαφος αποβλήτων γεωργικών βιομηχανιών (με τη μορφή λιπάσματος, λάσπης, κλπ), είναι μια συνηθισμένη εναλλακτική λύση διάθεσης των υποπροϊόντων αυτών. Η μέθοδος εκμεταλλεύεται την περιεκτικότητα των αποβλήτων σε θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών, ενώ επίσης μπορεί να δράσει και ως εδαφοβελτιωτικό. Ο στόχος είναι να μεγιστοποιηθεί η διάθεση θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τους κινδύνους ρύπανσης. Οι πιο κοινές μέθοδοι εφαρμογής είναι ο ψεκασμός ή η ενσωμάτωση υγρών ή στερεών αποβλήτων στην επιφάνεια ή μέσα στο έδαφος αντίστοιχα.

Με τον απαραίτητο έλεγχο (δοκιμές, κατάλληλος χρόνος εφαρμογής, κλπ), η διάθεση των αποβλήτων μπορεί να εμπλουτίσει το έδαφος με θρεπτικά συστατικά, περιορίζοντας ταυτόχρονα τη δυσοσμία, ενώ παράλληλα το έδαφος προστατεύεται από φαινόμενα διάβρωσης.

Αυτή η μέθοδος έχει το πλεονέκτημα της μεγάλης αποδοτικότητας και της μικρής κατανάλωσης ενέργειας. Το κυριότερο μειονέκτημα είναι ότι η χρήση μεγάλων ποσοτήτων μπορεί να προκαλέσει οξίνιση των εδαφών και προβλήματα στην ομαλή ανάπτυξη των καλλιεργειών⁵.

3.6.2. Κομποστοποίηση

Κομποστοποίηση είναι η αερόβια αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας σε εδαφικό υλικό που λέγεται χούμος. Η αποικοδόμηση προκαλείται από την ενζυματική διάσπαση των αποβλήτων με τη βοήθεια των μικροοργανισμών του εδάφους, οι οποίοι χρησιμοποιούν την οργανική ουσία ως υπόστρωμα. Η αερόβια αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών και η ανοργανοποίησή τους σε

διοξειδίο του άνθρακα, νερό και ανόργανα άλατα, συνοδεύονται από μείωση της μάζας τους κατά 40 έως 50%.

Τα στερεά οργανικά απόβλητα τοποθετούνται σε σωρούς. Λόγω της έντονης μικροβιακής δραστηριότητας στην πρώτη φάση αποικοδόμησης, πραγματοποιούνται εξώθερμες αντιδράσεις που αυξάνουν τη θερμοκρασία του σωρού σε 70-80°C, συμβάλλοντας στην παστερίωση των αποβλήτων. Θα πρέπει επιπλέον να εξασφαλιστεί ενεργητικός ή παθητικός αερισμός του σωρού, προκειμένου να γίνει γρήγορη και πλήρης αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας. Η διαδικασία ολοκληρώνεται μετά από μια περίοδο 3-4 μηνών. Το κυριότερο πρόβλημα κατά την αερόβια αποικοδόμηση των στερεών αποβλήτων της ελιάς είναι η δημιουργία ανεπιθύμητων οσμών. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται βιο-φίλτρα για τη συγκράτηση των δύσοσμων αερίων που δημιουργούνται, τα οποία αυξάνουν το κόστος της εγκατάστασης επεξεργασίας.

Το κομπόστ είναι ένα πολύτιμο προϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους όπως:

- βελτίωση της υψής και της βιολογικής δραστηριότητας των εδαφών
- βιοαποκατάσταση μολυσμένων εδαφών
- έλεγχο ασθενειών των φυτών και των ζώων
- λίπανση, έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους και ανάπλαση τοπίου
- αναδάσωση και αποκατάσταση υγροτόπων
- ανανέωση βιότοπων

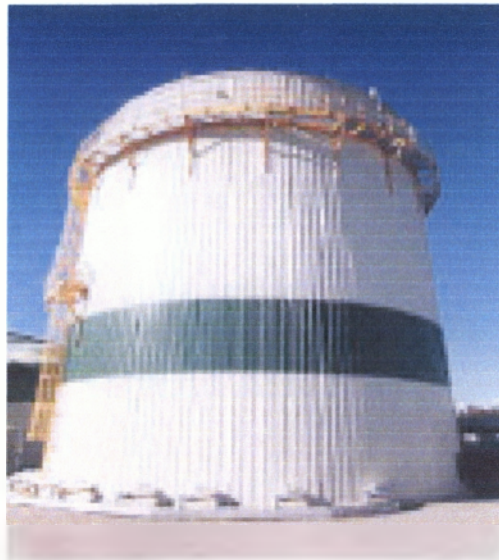
3.6.3. Αναερόβια χώνευση

Η αναερόβια ζύμωση ή χώνευση των στερεών οργανικών αποβλήτων είναι μια ευρέως εφαρμοσμένη τεχνολογία. Μια τεχνολογική λύση είναι να ρυθμιστεί η περιεκτικότητα των αποβλήτων σε νερό στο 90% τουλάχιστον (υγρή ζύμωση) και να γίνει η επεξεργασία σε βιο-αντιδραστήρα ανάμιξης, όπως στην

επεξεργασία της υγρής κοπριάς. Η δεύτερη λύση είναι η επεξεργασία των αποβλήτων, των οποίων η περιεκτικότητα σε νερό έχει ρυθμιστεί προηγουμένως σε 60-70%, σε βιο-αντιδραστήρα σταθερής κλίνης.

Το πρώτο στάδιο στη διαδικασία της αναερόβιας αποσύνθεσης είναι η οξίνιση, όπου πραγματοποιείται υδρόλυση των οργανικών ενώσεων.

Το δεύτερο στάδιο, που είναι αυστηρά αναερόβιο, περιλαμβάνει τη δημιουργία μεθανίου. Υπάρχουν διάφορες τεχνολογικές λύσεις: τα δύο στάδια μπορούν να πραγματοποιηθούν σε έναν αντιδραστήρα (επεξεργασία ενός σταδίου) ή σε δύο ξεχωριστούς αντιδραστήρες (επεξεργασία δύο σταδίων). Ποσοστό 40-50% περίπου της οργανικής ουσίας μετατρέπεται σε βιο-αέριο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.



Εικ. 3.1: Αναερόβια δεξαμενή ζύμωσης στερεών αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας

3.6.4. Αποτέφρωση/καύση

Τα απόβλητα χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη, από την οποία μπορεί να ανακτηθεί θερμότητα και να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια, π.χ. από 1 τόνο στερεών αποβλήτων ελαιουργείων, μπορεί να ανακτηθούν 400.000 kcal ($\approx 465\text{kWh}$). Η καύση τους γίνεται σε ελεγχόμενες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων. Η παραγόμενη τέφρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως πηγή ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, γεγονός που επιτρέπεται νομοθετικά μόνο σε μερικά κράτη-μέλη της ΕΕ. Η διαδικασία αποτέφρωσης διέπεται από αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Η οδηγία 2000/76 για την αποτέφρωση των αποβλήτων, σχεδιάστηκε για να αποτρέψει ή για να περιορίσει όσο είναι δυνατό τις αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον, ειδικότερα στη ρύπανση από εκπομπή σωματιδίων στον αέρα, στο χώμα, στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, καθώς και στους κινδύνους που προκύπτουν για την ανθρώπινη υγεία. Αυτός ο στόχος θα επιτευχθεί με τη θέσπιση αυστηρών συνθηκών λειτουργίας και τεχνικών απαιτήσεων, με τον καθορισμό οριακών τιμών εκπομπών για τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης εντός της Κοινότητας και επίσης μέσω της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ, που καλύπτει τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης.

Τα περισσότερα απόβλητα από τις αγρο-διατροφικές βιομηχανίες, παρουσιάζουν πρόβλημα στην καύση λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε νερό. Εάν το ενεργειακό περιεχόμενο των αποβλήτων είναι χαμηλό, απαιτούνται πρόσθετα μέσα για να υποστηρίξουν τη διαδικασία αποτέφρωσης. Οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις αποτέφρωσης είναι επιπλέον εφοδιασμένες με συσκευές δέσμευσης των αιωρούμενων σωματιδίων και των καυσαερίων.

Αυτή η μέθοδος παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα με κυριότερο την χαμηλή ανάκτηση ενέργειας και τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων τέφρας.

3.6.5. Πυρόλυση/αεριοποίηση

Αυτή η διαδικασία εφαρμόζεται πολύ σπάνια και μετατρέπει την οργανική ύλη σε συνθετικό αέριο (syngas) που αποτελείται κυρίως από μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Το αέριο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ατμό ή ως βασικό χημικό αντιδραστήριο. Τα απόβλητα τοποθετούνται στον εξαερωτή (gasifier) ως ξηρά απόβλητα ή ως ιλύς και στην συνέχεια αντιδρούν με ατμό κάτω από συνθήκες απουσίας οξυγόνου, σε υψηλή θερμοκρασία και χαμηλή πίεση. Τα προϊόντα της διαδικασίας είναι συνθετικό αέριο (syngas), συμπυκνωμένο νερό, στερεά και υγρά υπολείμματα⁹.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ

Οι επιτραπέζιες ελιές είναι το ζυμωμένο προϊόν που παράγεται από τον ελαιόκαρπο μετά από επεξεργασία που περιλαμβάνει διάφορα στάδια. Στους τρεις βασικούς τύπους επιτραπέζιας ελιάς (πράσινη ελιά, φυσικά ώριμη μαύρη ελιά και τεχνητά μαύρη ελιά) η διαδικασία επεξεργασίας και ζύμωσης είναι διαφορετική και αντίστοιχα διαφέρουν η ποσότητα και η σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων¹⁰.

4.1.Απόβλητα της βιομηχανίας πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου

Τα απόβλητα της ανωτέρω βιομηχανίας απαρτίζονται από:

- Το διάλυμα σόδας που χρησιμοποιείται για το ξεπίκρισμα της πρώτης ύλης
- Τα νερά εκπλύσεως σε ένα, δύο ή τρία χέρια, ανάλογα με την περίπτωση.
- Την άλμη μέσα στην οποία ζυμώνονται οι ελιές, εναποθηκεύονται μέχρι την ώρα της διαθέσεώς τους και με την οποία απογεμίζονται οι περιέκτες της τελικής συσκευασίας. Ειδικά στην περίπτωση της άλμης η σχέση βάρους της προς το βάρος του ελαιόκαρπου είναι 0,5 λίτρο/kg.

Οι οργανικοί ρυπαντές των αποβλήτων από τις βιομηχανίες της ζυμωμένης πράσινης ελιάς είναι τα υπολείμματα των υδατανθράκων και το γαλακτικό οξύ, κατά κύριο λόγο, που είναι τροφή για τους μικροοργανισμούς του βιολογικού καθαρισμού. Αντίθετα, τα υπολείμματα της καυστικής σόδας, οι πολυφαινόλες και ως ένα βαθμό και το αλάτι παρεμποδίζουν κάθε βιολογική ανάπτυξη, με αποτέλεσμα τα απόβλητα να παραμένουν στείρα και να διατηρούν συνεχώς την ρυπαντική τους ενεργότητα.

Το εξαντλημένο διάλυμα σόδας, όταν έχει χρησιμοποιηθεί για ένα μόνο ξεπίκρισμα, περιέχει υπόλειμμα σόδας 10-11 γραμμάρια

κατά λίτρο. Μικρότερη είναι η περιεκτικότητα του νερού εκπλύσεως των ελιών που περιορίζεται στα 1,5-5,5 γραμμάρια κατά λίτρο για το πρώτο φορτίο και γύρω στο 0,5 γραμμάριο για το καθένα από τα επόμενα φορτία νερού (το δεύτερο και το τρίτο κατά σειρά).

Αντίθετα, οι περιεκτικότητες σε πολυφαινόλες είναι πρακτικά οι ίδιες για το διάλυμα ξεπικρίσματος και για καθένα από τα φορτία του νερού εκπλύσεως. Κατά μέσο όρο με το ξεπίκρισμα και με ένα νερό εκπλύσεως απομακρύνονται κατά μέσο όρο 3 γραμμάρια πολυφαινολών κατά χιλιόγραμμο ελαιοκάρπου ή 5 γραμμάρια κατά χιλιόγραμμο της σάρκας τους.

Μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του διαλύματος της σόδας και του νερού εκπλύσεως σε ανάγοντα σάκχαρα που φτάνει μέχρι και 10 γραμμάρια κατά λίτρο, ανάλογα με το χρόνο επαφής τους με τον ελαιοκάρπο. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε ανάγοντα ζάχαρα των αποβλήτων, τόσο μικρότερη είναι στην άλμη καλύψεως με σοβαρό αντίκτυπο στην πορεία της ζυμώσεως.

Εκτός από τους υδατάνθρακες και τις πολυφαινόλες τα απόβλητα της βιομηχανίας επιτραπέζιων ελιών περιέχουν και άλλα οργανικά συστατικά που να φτάνουν στο σύνολο τη μέση τιμή των 20 έως 30 γραμμαρίων κατά λίτρο. Έτσι, η χημική απαίτηση σε οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand - COD) υπολογίστηκε σε 15-30 γραμμάρια οξυγόνου κατά λίτρο αποβλήτων και η βιολογική απαίτηση σε οξυγόνο μέσα σε διάστημα πέντε ημερών (five day Biological Oxygen Demand - BOD₅) είναι της τάξεως των 9-20 γραμμαρίων οξυγόνου, ομοίως κατά λίτρο.

Τα ανόργανα συστατικά της άλμης των ελιών περιέχονται σε αυξημένα ποσοστά λόγω της αυξημένης παρουσίας του άλατος (NaCl), της σόδας και του καλίου που είναι κύριο ανόργανο συστατικό του ελαιοκάρπου. Στα νερά εκπλύσεως, τα ανόργανα συστατικά είναι λιγότερα και έχουν ως κύριο εκπρόσωπο τη σόδα που κατακρατείται από την εξωτερική επιφάνεια των ελιών στο τέλος του ξεπικρίσματος.

Πιθανός τρόπος διαθέσεως των αποβλήτων θα ήταν η αραίωση στον κατάλληλο βαθμό και η παροχέτευσή τους στα δημοτικά αποχετευτικά δίκτυα. Μια τέτοια τεχνική αποδείχτηκε ανεφάρμοστη, επειδή το ρυπαντικό τους φορτίο είναι βαρύ, και ο όγκος τους είναι ανεπίτρεπτα αυξημένος και ακανόνιστα κατανεμημένος στη διάρκεια του έτους με αποτέλεσμα να θέτει φραγμό στο βιολογικό καθαρισμό βοθρολυμάτων όταν περιέχουν και φορτίο αποβλήτων της ελιάς.

Ο ημερήσιος όγκος των αποβλήτων δεν μπορεί να περιορισθεί, γιατί η επεξεργασία του ελαιόκαρπου διενεργείται και πρακτικά ολοκληρώνεται μέσα σε δύο περίπου μήνες.

Με βάση τα ανωτέρω οι υπεύθυνοι της λειτουργίας των αποχετευτικών δικτύων στα αστικά κέντρα αρνούνται ν'αποδεχτούν τα απόβλητα της επιτραπέζιας ελιάς και να δώσουν μια λύση στο σοβαρό αυτό πρόβλημα, που κατά κανόνα είναι εντοπισμένο σε περιοχές με πολύ στενά όρια.

Από το σύνολο των αποβλήτων της βιομηχανίας επιτραπέζιων ελιών Ισπανικού τύπου η εξαντλημένη σόδα μπορεί να ανακυκλωθεί και να χρησιμοποιηθεί στο ξεπίκρισμα πολλών φορτίων ελαιοκάρπου. Αντίθετα, τα νερά εκπλύσεως ή απλώς εμβαπίσεως της πρώτης ύλης δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, γιατί είναι βαριά μολυσμένα με μικρόβια. Όμως το ρυπαντικό τους φορτίο είναι πρακτικά μηδαμινό και η διάθεση τους είναι εύκολη.

Δυσκολίες υπάρχουν στην κατεργασία της μητρικής άλμης προκειμένου η τελευταία να αποκτήσει τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για ανακύκλωση¹¹.

4.1.1. Τα στάδια επεξεργασίας της πράσινης ελιάς και οι επιπτώσεις του τρόπου εκτελέσεώς τους στον όγκο και στα χαρακτηριστικά των αποβλήτων

Τα στάδια επεξεργασίας της πράσινης ελιάς, κατά την συνήθη μέθοδο, είναι το ξεπίκρισμα με διάλυμα σόδας και το ξέπλυμα του καρπού με ένα, δύο ή και τρία φορτία νερό. Ακολουθεί εμφάνιση σε άλμη υπό αναερόβιες κατά το δυνατόν συνθήκες και γαλακτική ζύμωση, που ολοκληρώνεται μέσα σε σύντομο ή μακρύ χρονικό διάστημα ανάλογα με την περίπτωση.

Τροποποιήσεις ή μετατροπές στο κλασσικό αυτό σχήμα επεξεργασίας επιχείρησε ομάδα Ισπανών ερευνητών του Ινστιτούτου de la Grasa της Σεβίλλης υπό τον Garrido Fernandez (1985). Αποδείχτηκε ότι τα φορτία του νερού εκπλύσεως μπορούν να περιοριστούν σε ένα, αν η επαφή του με το ελαιόκαρπο παραταθεί μέχρι τις 18-20 ώρες. Στόχος της εκπλύσεως με ένα ή περισσότερα φορτία νερού είναι η μείωση της δεσμευμένης οξύτητας στο επίπεδο του 0,10-0,12 N κατά λίτρο άλμης και ποτέ περισσότερη των 0,14N. Γιατί, τότε η πτώση του pH στο τέλος της ζυμώσεως μέχρι τα κανονικά επίπεδα είναι δύσκολη. Εναλλακτικά η μείωση της δεσμευμένης οξύτητας επιτεύχθηκε με προσθήκη στην άλμη ισχυρών ανόργανων οξέων και τότε αποδεσμεύονταν οργανικά οξέα που μείωναν δραματικά την τιμή του pH.

Ακόμη ήταν προφανές ότι στην πορεία της επεξεργασίας πράσινων ελιών αποδεσμεύονταν προοδευτικά από τη σάρκα της ελιάς και υπολείμματα σόδας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η δεσμευμένη οξύτητα και η ρυθμιστική ικανότητα της άλμης σε σημείο που να παρεμποδίζεται η σταθεροποίηση του pH στο επιζητούμενο επίπεδο στο τέλος της ζυμώσεως.

Γενικά, οι ερευνητές του Ινστιτούτου της Σεβίλλης με οξίνιση της άλμης στα πρώτα στάδια της ζυμώσεως κατήργησαν το δεύτερο πλύσιμο των ελιών και σε πολλές περιπτώσεις και το πρώτο προσθέτοντας στην άλμη 0,75% υδροχλωρικό οξύ κατ'όγκο.

Στις περιπτώσεις αυτές μειώθηκε ο όγκος των αποβλήτων,

υπήρξαν όμως παρενέργειες. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι δεν θα πρέπει το υδροχλωρικό οξύ να προστίθεται όλο στην αρχή της ζυμώσεως, αλλά μόνο το μισό και το υπόλοιπο όταν θα κοπάσει η έντονη ζύμωση. Μια άλλη παρενέργεια ήταν η δυσμενής επίπτωση στο άρωμα και την γεύση του τελικού προϊόντος.

Έχει ακόμα προταθεί για μείωση της δεσμευμένης οξύτητας της άλμης να γίνεται το ξεπίκρισμα των ελιών με διάλυμα σόδας μικρής συγκεντρώσεως (8-12 γραμμάρια NaOH κατά λίτρο). Όμως ο απαιτούμενος χρόνος για το ξεπίκρισμα είναι ανεπίτρεπτα παρατεταμένος και φτάνει:

- Με διάλυμα 0,8% τις 2 ημέρες
- Με διάλυμα 1,2 % τις 24 ώρες
- Με διάλυμα 1,4 % τις 10-12 ώρες
- Με διάλυμα 2 % και δύο εκπλύσεις με νερό 5-6 ώρες ανάλογα με τις υπάρχουσες συνθήκες στο χώρο του ξεπικρίσματος.

Κανονικές τιμές τις δεσμευμένης οξύτητας επιτυγχάνονται με τις δύο τελευταίες συγκεντρώσεις και τις δύο ή περισσότερες εκπλύσεις με νερό.

Η οξίνιση με ανόργανα οξέα στα πρώτα στάδια της ζυμώσεως των πράσινων ελιών υποστηρίζει την εμφάνιση αρνητικών κατά Gram βακτηρίων και παρεμποδίζει για κάποιο χρόνο την εμφάνιση και επικράτηση των γαλακτοβακτηρίων. Πολλαπλασιασμός και επικράτηση των τελευταίων επιθυμητών βακτηρίων προχωρεί με καθυστέρηση ακόμη και όταν γίνεται εμβολιασμός στην κατάλληλη στιγμή με καθαρή καλλιέργεια (εκκινήσεως) γαλακτοβακτηρίων.

Η υποβάθμιση των γευστικο - οσφραντικών χαρακτηριστικών του ζυμωμένου προϊόντος με την χρήση ανόργανων οξέων και αυξημένη περιεκτικότητα σε δεσμευμένη οξύτητα της άλμης οφείλονταν σε παράγωγα που δεν προσδιορίστηκαν. Πάντως, οι ελιές Manzanilla που ξεπικρίστηκαν με διάλυμα σόδας περιεκτικότητας 15-18 γραμ./λίτρο και εκπλύθηκαν με ένα φορτίο νερού, έδωσαν καλό προϊόν σε ότι αφορούσε τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ο ίδιος ο ελαιόκαρπος που ξεπικρίσθηκε με διάλυμα σόδας περιεκτικότητας 14

γραμ./λίτρο και εκπλύθηκε με ένα φορτίο νερού έδωσε ομοίως καλό τελικό προϊόν, όταν εμβολιάστηκε με καθαρή καλλιέργεια του *Lactobacillus plantarum*¹².

4.1.2. Μείωση της ρυπάνσεως με αναχρησιμοποίηση του εξαντλημένου διαλύματος σόδας και με κατάργηση της εκπλύσεως του ελαιόκαρπου.

Με την αναχρησιμοποίηση του εξαντλημένου διαλύματος σόδας σε συνδυασμό με μια μόνο έκπλυση του ελαιόκαρπου μειώνεται ο όγκος των αποβλήτων κατά 66,66%. Αν μάλιστα καταργηθεί πλήρως η έκπλυση με νερό, ο όγκος των αποβλήτων μειώνεται κατά 100%. Η αναχρησιμοποίηση του ίδιου φορτίου, για 7-10 φορές μετά από διόρθωση της περιεκτικότητας σε NaOH, σε κάθε περίπτωση έδωσε αποδεκτά αποτελέσματα. Πολλά όμως εργοστάσια χρησιμοποιούν το ίδιο διάλυμα σόδας σ' όλη την περίοδο ξεπικρίσματος, αφήνοντας το κάθε φορά για κατακάθισμα μέσα σε δεξαμενή. Σε επόμενο στάδιο γίνεται διήθηση διαμέσου φίλτρων και ενίσχυση της περιεκτικότητάς της σε καυστικό νάτριο.

Αντίθετα προς το εξαντλημένο διάλυμα της καυστικής σόδας η ανακύκλωση της μητρικής άλμης είναι δύσκολη ή αδύνατη. Η ίδια άλμη, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε αλάτι, δεν είναι αποδεκτή και στα αποχετευτικά δίκτυα των αστικών κέντρων. Η παροχέτευση της άλμης μέσα σε λάκκους για εξάτμιση του υγρού και συσσώρευση του αλατος στον πυθμένα των λάκκων δεν βρήκε πρακτική εφαρμογή. Γιατί το αλάτι στη διάρκεια ξηράνσεως της άλμης διαχέονταν προς το έδαφος γύρω από τους λάκκους και υποβάθμιζε, σχεδόν μόνιμα, την ποιότητα του. Τέλος, το αλάτι μπορούσε να διηθηθεί προς τα εδάφη κάτω από τον πυθμένα των λάκκων και να αχρηστεύσει το νερό του υπογείου ορίζοντα.

Ακόμη, θα πρέπει σε περίπτωση ανακυκλώσεως της άλμης να γίνεται εξέταση για να διαπιστωθεί αν αυτή εμφανίζει

πηκτινολυτική δραστηριότητα και τότε για να προληφθεί το μαλάκωμα της νέας παρτίδας των ελιών θα πρέπει η άλμη να θερμανθεί προοδευτικά μέχρι να φτάσει η θερμοκρασία στους 88°C και στη στάθμη αυτή να παραμείνει για τριάντα δευτερόλεπτα σταθερή.

4.1.3. Διαδικασίες αποχρωματισμού

Η αναγεννημένη άλμη για να αναχρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι απαλλαγμένη από σωματίδια σε «διασπορά» και να είναι αποδεκτά άχρωμη. Ο αποχρωματισμός μπορεί να επιτευχθεί με:

- Ρητίνες (2-5 γραμμάρια/100 ml άλμης) που κατακρατούν το χρώμα και τις πολυφαινόλες πολύ αποτελεσματικά και μειώνουν ελάχιστα την οξύτητα
- Γαίες αποχρωματισμού. Είναι οι ίδιες που χρησιμοποιούνται και στο ραφινάρισμα. Εξασφαλίζεται ένα πρασινωπό χρώμα στην άλμη. Γενικά, όμως η χρήση τους για αποχρωματισμό δεν συνίσταται.
- Ενεργό άνθρακα : Με τον ενεργό άνθρακα απομακρύνονται εύκολα και γρήγορα οι πολυφαινόλες που είναι υπεύθυνες για το χρώμα της άλμης των πράσινων ελιών. Η χημική απαίτηση σε οξυγόνο με την κατεργασία του ενεργού άνθρακα μειώνεται κατά το ήμισυ. Μάλιστα για την απομάκρυνση των πολυφαινολών αρκούν 50 γραμμάρια ενεργού άνθρακα ανά λίτρο. Σημειώνεται όμως και προσρόφηση του γαλακτικού οξέος, συνοδευόμενη από αύξηση της τιμής του pH. Ποσότητα 10 γραμμαρίων ενεργού άνθρακα κατά λίτρο άλμης αποχρωματίζει σε ποσοστό 90 5 και μάλιστα μέσα σε χρόνο 10 λεπτών¹².

4.1.4. Διήθηση της άλμης

Οι άλμες των πράσινων ελιών Ισπανικού τύπου στο τέλος της ζυμώσεως περιέχουν σωματίδια σε διασπορά περίπου 1,8 γραμμάρια κατά λίτρο. Το φορτίο τους είναι αρνητικό με αποτέλεσμα να καθιζάνουν μόνο όταν ενσωματώνεται στην άλμη μπετονίτης σε ποσοστό 1-2 γραμμάρια κατά λίτρο.

Η καθίζηση των συσσωμάτων που σχηματίζονται στην άλμη με την προσθήκη μπετονίτη πραγματοποιείται με πολύ βραδύ ρυθμό. Αρκεί να σημειωθεί ότι έπειτα από μια ώρα μετά την προσθήκη του μπετονίτη μόνο 805 του πάχους της άλμης είναι διαυγές. Η περαιτέρω καθίζηση των συσσωματωμάτων γίνεται βραδύτατα, αφού οι νιφάδες του μπετονίτη με τα σωματίδια της άλμης εξακολουθούν να καταλαμβάνουν το 15-205 του όγκου στο χώρο της καθιζήσεως και να κατακρατούν η καθεμιά περίβλημα από άλμη.

Η κατεργασία με τον μπετονίτη πρέπει να συνδυαστεί με διήθηση μέσω πορώδους υλικού (μεμβράνης). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε μείγμα γης διατόμων 185 και Diaflow 2, σε ίσες ποσότητες 50:50. Σχηματίζεται έτσι πορώδης μεμβράνη διαμέσου της οποίας περνάει η άλμη και απαλλάσσεται από το ίζημα που σχηματίστηκε με την προσθήκη του μπετονίτη. Το ανωτέρω μείγμα αποδείχτηκε ικανοποιητικό για τη διήθηση της άλμης που περιέχει εναιωρημένα σωματίδια σε ποσοστό μέχρι 0,26 γραμμάρια κατά λίτρο. Οι ανάγκες σε μείγμα διηθήσεως ήταν σχετικά αυξημένες και υπολογίστηκαν σε 0,8-1 γραμμάρια κατά λίτρο της υπό διήθησης άλμης.

Η αναγέννηση της άλμης επιχειρήθηκε και με υπερδιήθηση και με αντίστροφη ώσμωση. Διαμέσου της τελευταίας τεχνικής σημειώθηκαν οι ακόλουθες μειώσεις στα κύρια συστατικά της άλμης.

Στην ογκομετρομένη οξύτητα	7,5%
Στην δεσμευμένη οξύτητα	14,5%
Στις πολυφαινόλες	31%
Στο χρώμα	86%
Στο αλάτι	2,5%

Αποδείχτηκε ότι με την υπερδιήθηση η μητρική άλμη καθίσταται πρακτικά άχρωμη, κατακρατεί το γαλακτικό οξύ και το αλάτι (συστατικά χρήσιμα) και παρουσιάζει ελαφρώς λιγότερη δεσμευμένη οξύτητα, δηλαδή αποκτά χαρακτηριστικά που ευνοούν τη χρήση της για απογέμισμα των περιεκτών ελαιόκαρπου της τελικής συσκευασίας.

Το καστανόμα της αναγεννημένης άλμης, ιδιαίτερα στην περίπτωση της κονσερβοποίησης, μειώνεται με την προσθήκη στην άλμη 150 ppm SO₂ και 300 ppm ασκορβικού οξέος. Τα δύο πρόσθετα δρούν συνεργιστικά και παρεμποδίζουν αισθητά τον πολυμερισμό της κατεχίνης, της βανιλίνης, του βανιλλικού, του καφεϊκού και του p-κουμαρικού οξέος που ευθύνεται για το καστανό χρώμα. Σημειώνεται, τέλος ότι η χρήση του SO₂ στις ελιές δεν επιτρέπεται σ' ορισμένες χώρες, ενώ στην Ισπανία η συγκέντρωση του 150 ppm είναι η μέγιστη επιτρεπτή.

Πάντοτε, η ανακυκλωμένη άλμη θα πρέπει να αναμειγνύεται με φρέσκα υπό ορισμένη αναλογία. Συμμετοχή στο μείγμα κατά 70% είναι πολύ υψηλή και τότε θα πρέπει να προηγηθεί διόρθωση των χαρακτηριστικών της, κυρίως σε ότι αφορά την δεσμευμένη οξύτητα και την τιμή του pH. Αντίθετα, ποσοστό συμμετοχής της αναγεννημένης άλμης 35% είναι ικανοποιητικό και προϋποθέτει ελαφριά μόνο διόρθωση.

Σύμφωνα με νεότερη έρευνα η άλμη στα απόβλητα της βιομηχανίας πράσινης ελιάς ευθύνεται για το 70% του ρυπογόνου φορτίου και μόνο για το 20% του συνολικού όγκου. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να διαχωρίζεται από τα άλλα απόβλητα και να τυγχάνει χωριστής διαχείρισης. Προκειμένου να ανακυκλωθεί θα πρέπει αρχικά να απαλλαγεί από τα σωματίδια σε διασπορά (κατά κύριο λόγο σύμπλοκα πολυφαινολών) τα οποία συσσωματώνονται με τη βοήθεια του μπετονίτη. Στη συνέχεια απομακρύνονται με μικροδιήθηση, υπερδιήθηση ή νανοδιήθηση μέσω ειδικών μεμβρανών και τότε η άλμη αποκτά το κανονικό της χρώμα, ενώ εξακολουθεί να περιέχει το αλάτι και τα οργανικά οξέα. Έτσι, με τις κατάλληλες διορθώσεις και αναμείξεις με φρέσκια άλμη μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για το απογέμισμα των κουτιών ελιάς στην τελική συσκευασία.

Τέλος, πάνω στο θέμα της διαχείρισης της άλμης των πράσινων ελιών αναφέρεται και η κατεργασία της με ενεργοποιημένη ιλύ (λάσπη), τεχνική που περιγράφεται από τους Brenes B. και τους συνεργάτες του (2000). Η ενεργοποιημένη ιλύ μπόρεσε στα πειράματα να μειώσει το COD κατά 75-85%, που οφείλονταν σε οργανικά οξέα, αιθανόλη και σε ένα μικρό ποσοστό πολυφαινολών που οξειδώνονταν στη διάρκεια της διαδικασίας. Όμως το ρεύμα εκκροής περιείχε κατάλοιπα πολυφαινολών στο οποίο οφείλονταν το καστανό χρώμα¹².

4.2. Απόβλητα της βιομηχανίας των φυσικώς ώριμων ελιών

Η βιομηχανία της φυσικώς ώριμης ελιάς έχει τα λιγότερα απόβλητα συγκριτικά με τις άλλες μορφές βιομηχανικής επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς.

Το νερό εκπλύσεως των ελιών, πριν από την εμφάνισή τους σε άλμη, δεν συνιστά πρόβλημα, γιατί το ρυπαντικό του φορτίο είναι σχεδόν μηδαμινό. Πρόβλημα διαθέσεως εμφανίζει με τη χειρότερη του μορφή η άλμη ζυμώσεως (μητρική), γιατί είναι πλούσια σε πολυφαινόλες (σχεδόν 5 γραμμάρια κατά λίτρο), που είναι κυρίως ανθοκυάνες, αλλά και σε υψηλό ποσοστό άλλες οργανικές ουσίες. Οι τελευταίες αυξάνονται με την πρόοδο της ωριμάνσεως και έτσι δικαιολογείται η αυξημένη παρουσία τους στην άλμη ζυμώσεως. Μάλιστα, η συγκέντρωση των τελευταίων έχει υπολογιστεί σε 150-175 γραμ./λίτρο.

Στη περίπτωση της φυσικώς μαύρης ελιάς έχει προηγηθεί ζύμωση διάρκειας 3-9 μηνών, ανάλογα με την περίπτωση, στην διάρκεια της οποίας είχαν αποικοδομηθεί όσα συστατικά διασπώνται εύκολα και έχουν απομείνει όσα είναι πρακτικά απρόσβλητα από την μικροχλωρίδα της άλμης. Στα τελευταία θα πρέπει να προστεθεί και το αλάτι που περιέχεται στην άλμη σε ποσοστό 6-10 % ή και περισσότερο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η παροχέτευση της άλμης από φυσικώς ώριμες ελιές σε καμία περίπτωση δεν είναι αποδεκτή σε αποχετευτικά δίκτυα των αστικών κέντρων. Η μόνη εναλλακτική λύση είναι η ανάκτηση (αναγέννηση) της άλμης, προκειμένου αυτή να αποκτήσει χαρακτηριστικά τέτοια που θα επιτρέψουν την ανακύκλωσή της.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η ακόλουθη:

- Κατακάθισμα της άλμης σε δεξαμενή
- Διήθηση της επιπολάζουσας φάσεως
- Χλωρίωση

Το χλώριο οξειδώνει τις πολυφαινόλες με αποτέλεσμα να απομένουν 0,4 γραμμάρια κατά λίτρο αντί των 5 γραμμαρίων της αρχικής περιεκτικότητας. Με την οξείδωση σχηματίζεται ογκώδες ίζημα το οποίο καθιζάνει προς το πυθμένα της δεξαμενής. Ταυτόχρονα, με τη χρήση του χλωρίου απαλλάσσεται η άλμη από το ερυθρό χρώμα των ανθοκυανών με αποτέλεσμα η άλμη να αποκτά ένα ελαφρό κίτρινο χρώμα και να έχει ελαφριά οσμή χλωρίου και γλυκίζουσα γεύση.

Ζύμωση νέας παρτίδας ελιών με άλμη επεξεργασμένη με χλώριο πιθανώς να οδηγήσει σε ρύπανση με τοξικά παράγωγα του χλωρίου. Ακόμη στη πορεία της ζυμώσεως ο πληθυσμός των ζυμών βρέθηκε αναλογικά μειωμένος.

Η χρήση γης αποχρωματισμού για την προσρόφηση των χρωστικών της μητρικής άλμης προσκρούει στο υψηλό κόστος λόγω της απαιτούμενης αυξημένης για τον σκοπό αυτό ποσότητας. Ο ενεργός άνθρακας, ιδίως ο NS, έδωσε καλά αποτελέσματα αποχρωματισμού της άλμης σε θερμοκρασία δωματίου και σε pH 4,5 που είναι το κανονικό υπό ομαλές συνθήκες. Μέτρο της αποτελεσματικότητας στον αποχρωματισμό είναι η υπολειπόμενη κάθε φορά ποσότητα πολυφαινολών, που κυμαίνεται σε μια ομαλή πορεία γύρω στο ένα γραμμάριο κατά λίτρο άλμης. Και αυτή όμως η ποσότητα εξασφαλίζει στην άλμη ένα έντονο ερυθρό χρώμα ή και χρώμα πορφύρας.

Η ελευρωπαΐνη προσροφάται μαζί με τις πολυφαινόλες και έτσι η άλμη ξεπικρίζει, απαλλάσσεται κατά μεγάλο ποσοστό από τα όξινα συστατικά, με αποτέλεσμα να ανεβαίνει η τιμή του pH. Η τελευταία θα πρέπει να διορθωθεί με υδροχλωρικό οξύ στην περίπτωση που θα γίνει ανακύκλωση και χρησιμοποίηση σε νέα παρτίδα ελαιοκάρπου. Το αλάτι δεν επηρεάζεται με τη χρήση ενεργού άνθρακα, ενώ το οξικό οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί του υδροχλωρικού οξέος σε περίπτωση της ανακυκλώσεως και όταν επιζητείται βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

Η αναγεννημένη άλμη ενός μόνο κύκλου, αραιωμένη ή αυτούσια,

χρησιμοποιήθηκε με καλά αποτελέσματα για τη ζύμωση ελιών. Συγκριτικά με ζύμωση ελιών από την ίδια παρτίδα σε φρέσκια άλμη ο πληθυσμός των ζυμών με την ανακύκλωση ήταν μειωμένος, ενώ το ποσοστό ελιών με σάκους αέρα ήταν υψηλότερο. Αναγεννημένη άλμη περισσοτέρων κύκλων είναι ακατάλληλη για ζύμωση ελιών νέων παρτίδων. Κατ' εξαίρεση η άλμη ενός κύκλου, κατά το πέρας της ζυμώσεως νέας παρτίδας ελιών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί έπειτα από ελαφριές διορθώσεις, και εφόσον είναι τελείως υγιής, στο απογέμισμα των περιεκτών με ελιές της τελικής συσκευασίας, πριν οι τελευταίοι κλειστούν αεροστεγώς και υποβληθούν σε θερμική επεξεργασία.

Με βάση τα παραπάνω, επισημαίνουμε τα εξής:

1. ότι το νερό εκπλύσεως των ελιών θα πρέπει να διηθείται, γιατί έτσι απαλλάσσεται από τυχόν λάσπη, φύλλα, σπασμένες ελιές και αμέσως μετά να χλωριώνεται για μείωση του μικροβιακού φορτίου. Μόνο τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα επόμενα στάδια επεξεργασίας των ελιών
2. Το διάλυμα σόδας αν οξινισθεί μέχρι των τιμών pH 7,5 4,5 και 2,7 δίνει και στις τρεις περιπτώσεις ογκώδες ίζημα.
3. Η μητρική άλμη των πράσινων ελιών ενισχυμένη με 0,05 % Na_2PO_4 , όταν εμβολιάζονταν με την ζύμη *Candida utilis* περιόρισε το BOD_5 κατά 91% μέσα σε 24 ώρες και ταυτόχρονα παρήγαγε 1-2 γραμμάρια αφυδατωμένης μαγιάς κατά λίτρο άλμης, κατάλληλης για ενίσχυση σε πρωτεΐνη και βιταμίνες των σιτηρεσίων των πουλερικών. Άλλα είδη του γένους *Richia* κατανάλωναν το γαλακτικό οξύ που ήταν το 75-85% του BOD_5 της άλμης.
4. Η μητρική άλμη είναι το 22 % του όγκου των αποβλήτων στη βιομηχανία παραγωγής φυσικώς ώριμων ελιών και το 70 % του ρυπαντικού τους φορτίου.
5. Όταν η άλμη παροχετεύεται σε λάκκους για να αποξηρανθεί, τότε ο ρυθμός εξατμίσεως φτάνει τα 5-10 mm πάχους του στρώματος για κάθε μέρα.

6. Στην περίπτωση αυτή, το αλκαλικό pH προλαμβάνει τη δυσοσμία ενώ το όξινο θα πρέπει να διορθώνεται με την προσθήκη σόδας⁷.

4.3. Απόβλητα της βιομηχανίας των τεχνητών μαύρων ελιών

Τα απόβλητα κατά το τεχνητό μαύρισμα απαρτίζονται από την άλμη μέσα στην οποία μένουν εμβαπτισμένες οι ελιές πριν από την επεξεργασία, τα τρία λουτρά σόδας και τα αντίστοιχα τρία φορτία του νερού της εκπλύσεως. Μέσα στα τελευταία οι ελιές μένουν τόσο χρόνο ώστε να ξεπικρίσουν σταδιακά, αφού το άλκαλι φτάνει ως τον πυρήνα, ενώ ταυτόχρονα με τον αερισμό αποκτούν το επιθυμητό μαύρο χρώμα.

Ο συνολικός όγκος των αποβλήτων έχει υπολογισθεί σε 3,5-4 λίτρα και μέχρι 6 κατά χιλιόγραμμο ελαιοκάρπου. Οι ρυπαντές είναι περισσότεροι στην άλμη εναποθηκεύσεως της πρώτης ύλης, λιγότεροι αναλογικά στα διαλύματα σόδας και περισσότεροι στα νερά εκπλύσεως. Προσπάθειες έγιναν για εναποθήκευση του νερού ελαιοκάρπου «εν ξηρώ» σε χαμηλές θερμοκρασίες. Τα πειράματα έγιναν με πράσινο ελαιοκάρπο της ποικιλίας Manzanilla και τα ευρήματα ήταν τα εξής:

- Η εναποθήκευση δεν πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία κάτω των 5^ο C
- Η διάρκεια εναποθηκεύσεως βρέθηκε ίση με 8 εβδομάδες στην θερμοκρασία των 5^ο C, 6 εβδομάδες στους 7^ο C και 4 εβδομάδες στους 10^ο C.

Σε τεχνητή ατμόσφαιρα 25 οξυγόνου και 90-95% σχετική υγρασία η εναποθήκευση στους 5^ο C αυξήθηκε στις 12 εβδομάδες και στους 7^ο C στις 9 εβδομάδες. Έκθεση όμως των ελιών υπό ψύξη σε ατμόσφαιρα με 5% CO₂ ή και περισσότερο προξενεί φυσιολογικές ανωμαλίες στον ελαιοκάρπο.

4.3.1. Η αναγέννηση των αποβλήτων του τεχνητού μαυρίσματος με χρήση ενεργού άνθρακα

Η διαδικασία αυτή:

- Μειώνει την ογκομετρούμενη οξύτητα
- Αυξάνει την τιμή του pH
- Μειώνει δραματικά την τιμή του COD
- Μειώνει αποτελεσματικά το χρώμα
- Αφήνει ανέπαφα τα εναιωρούμενα σωματίδια που παραμένουν τα ίδια στην αρχή και το τέλος της επεξεργασίας.

Τα αναγεννημένα απόβλητα αποπνέουν δυσοσμίες και θα πρέπει πριν την ανακύκλωση να υποβάλλονται σε έντονο αερισμό. Γιατί έτσι εξαντλούνται τα ζάχαρα και τα οξέα και μειώνεται το COD κατά 20%. Τα απόβλητα θα πρέπει να μένουν εναποθηκευμένα και να συντηρούνται με βενζοϊκό οξύ που χρησιμοποιείται ως πηγή άνθρακα από ορισμένα μικρόβια.

Η αναγέννηση των αποβλήτων γίνεται λίγο πριν από την αναχρησιμοποίηση.

- Η ανακύκλωση του διαλύματος της σόδας γίνεται κατά τα γνωστά, αφού πρώτα αφεθεί για να ηρεμήσει μέσα σε δεξαμενή και απαλαγεί από το ίζημα.

- Η αναχρησιμοποίηση των νερών εκπλύσεως είναι δύσκολη, επειδή αυτά περιέχουν λίγο NaOH και μολύνονται με μικρόβια.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το νερό εκπλύσεως, εάν εξουδετερωθεί με ανόργανα οξέα (HCl, H₂SO₄) και ανακυκλωθεί, αποχρωματίζει την επιδερμίδα του νέου φορτίου και παρεμβαίνει δυσμενώς στο τεχνητό μαύρισμα λόγω της χαμηλής τιμής του pH. Μετά από κάθε λουτρό σόδας γίνεται μόνο ένα πλύσιμο με νερό. Ταπείνωση της τιμής του pH στο νερό εκπλύσεως μπορεί να γίνει με το πέρασμα διαμέσου του όγκου του CO₂. Με τη διαδικασία αυτή η κατώτερη τιμή του pH σταθεροποιείται στη στάθμη 6,8-6,9 και στην περίπτωση περίσσειας διαχέεται προς το άμεσο περιβάλλον. Συμβαίνει ακόμα να εξουδετερώνει άλκαλι και μέσα στην σάρκα των ελιών που θα εμβαπτιστούν στο ανακυκλωμένο νερό εκπλύσεως, γιατί ως αέριο διαπερνά μέσω της επιδερμίδας.

Ακόμη το CO₂ παρεμποδίζει την ανάπτυξη και ορισμένων μικροβίων. Αναφέρεται σε βιβλιογραφία ότι η χρήση του CO₂ για εξουδετέρωση του αλκαλίου στο νερό εκπλύσεως μειώνει την επεξεργασία του μαυρίσματος στις 3 ημέρες, αυξάνει την δυναμικότητα της μονάδας επεξεργασίας κατά 30% και μειώνει τον όγκο των αποβλήτων κατά 80 %, σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν στην Καλιφόρνια. Παλιότερα στην Καλιφόρνια η ανάλωση νερού για το τεχνητό μαύρισμα ήταν 34 λίτρα κατά χιλιόγραμμο καρπού, ενώ στην Ισπανία περιορίζεται στα δύο έως τρία λίτρα⁶.

Ένα απόβλητο μοναδικό για την βιομηχανία των τεχνητώς μαύρων ελιών, είναι το λουτρό γλυκονικού ή γαλακτικού σιδήρου, μέσα στο οποίο εμβαπτίζονται οι ελιές στο τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας τους. Το λουτρό αυτό φέρει βαρύ οργανικό και ανόργανο φορτίο και δύσκολα μπορεί να διατεθεί, γιατί είναι εμπλουτισμένο και με σίδηρο και με σιδηριάλατα. Ο σίδηρος των οργανικών αλάτων αντιδρά με τις πολυφαινόλες βελτιώνει και κυρίως καθλώνει το χρώμα στην επιδερμίδα των ελιών. Μένει όμως το απόβλητο το οποίο δεν μπορεί να διασκορπιστεί στο έδαφος ή να παροχετευθεί στα δημοτικά αποχετευτικά δίκτυα.

Σε πολλές βιομηχανίες το εξαντλημένο διάλυμα γλυκονικού ή γαλακτικού σιδήρου εμπλουτίζεται με την κανονική ποσότητα άλατος και χρησιμοποιείται τελικά στο απογέμισμα των περιεκτών της τελικής συσκευασίας του προϊόντος. Στην περίπτωση αυτή το κονσερβοποιημένο προϊόν με το άνοιγμα του κουτιού αποκτά ένα έντονο μαύρο ή καστανό χρώμα, που δεν είναι ευμενώς αποδεκτό από το καταναλωτικό κοινό⁷.

Το τεχνητό μαύρισμα των ελιών μπορεί να γίνει μόνο με ένα λουτρό σόδας (κατά προτίμηση περιεκτικότητας 1%), υπό τον όρο ότι θα αφεθεί σε επαφή με τον ελαιόκαρπο μέχρι να διαποτίσει όλη την σάρκα και να φτάσει ως τον πυρήνα. Στη συνέχεια το διάλυμα της σόδας αντικαθίσταται με νερό της βρύσης ή με αραιή άλμη, προκειμένου να ολοκληρωθεί το τεχνητό μαύρισμα με αερισμό και πλυσίματα, όπως και στην περίπτωση των τριών λουτρών σόδας. Καλύτερη τιμή pH κατά την τεχνική αυτή για

αποδεκτό μαύρο χρώμα είναι εκείνη των 4,5-5,0. Κατά τον ίδιο η εμφάνιση σε διάλυμα γλυκονικού ή γαλακτικού σιδήρου περιεκτικότητας 0,06-0,105 βελτιώνει υπό ορισμένες προϋποθέσεις το χρώμα, όχι όμως και την όλη διαδικασία. Για μείωση του όγκου των αποβλήτων συνιστάται η προσθήκη των αλάτων του γλυκονικού οξέος στην άλμη μέσα στην οποία εμφαπίζονται οι ελιές μετά το τεχνητό μαύρισμα για να αλατισθούν πριν από την τελική συσκευασία.

Το ένα λουτρό σόδας προσφέρεται και δίνει καλά αποτελέσματα σε ελιές που έχουν εναποθηκευθεί σε άλμη για τουλάχιστον 3 μήνες, πριν οδηγηθούν στην γραμμή του τεχνητού μαυρίσματος, όχι όμως σε νωπό ελαιόκαρπο που μόλις έχει συλλεγεί. Γενικά, θα πρέπει να κρατείται κατά νου ότι στα τελευταία στάδια του τεχνητού μαυρίσματος μπορούν να μολυνθούν οι μαυρισμένες ελιές βαρύτητα με επικίνδυνα μικρόβια, ιδιαιτέρως όσα από αυτά ζημιώνουν την υφή του προϊόντος και τα γευστικο-οσφραντικά χαρακτηριστικά του. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να είναι συνεχής ο έλεγχος και άμεση η εφαρμογή προληπτικών και όσο γίνεται διορθωτικών μέτρων.

4.3.2. Αναερόβια πέψη στα απόβλητα της βιομηχανίας παραγωγής τεχνητός μαύρων ελιών

Τα απόβλητα είτε είναι πρακτικά απαλλαγμένα από αλάτι, είτε περιέχουν αλάτι και πολυφαινόλες σε μικρές συγκεντρώσεις, λόγω της αραιώσεώς τους στον αναλογικά μεγάλο όγκο τους. Για το λόγο αυτό η αναερόβια πέψη του οργανικού τους φορτίου αποδείχτηκε εφικτή σύμφωνα με έρευνα του Borja και των συνεργατών του (1993). Χρησιμοποιήθηκε βιοαντιδραστήρας με βιομάζα ακινητοποιημένη σε Seriolite (πυριτικό μαγνήσιο). Το ρεύμα αέρος ήταν 1 λίτρο κατά ώρα και κατά λίτρο χωρητικότητας του αντιδραστήρα, που λειτούργησε υπό θερμοκρασία 35°C. Η τροφοδοσία σε υγρά απόβλητα ήταν συνεχής και η κατεργασία αποδέσμευε τα αέρια CO₂ και CH₄ (μεθάνιο) υλικό εκροής το καθαρό νερό. Το διοξείδιο του άνθρακα δεσμεύονταν με καυστικό

νάτριο κατά την αντίδραση $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Έτσι διαχωρίζονταν καθαρό μεθάνιο που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για βιομηχανικούς σκοπούς.

Το pH στο περιεχόμενο του αντιδραστήρα ήταν 6,4-7,8 και η ανοργανοποίηση του ρυπαντικού φορτίου έφτανε στο 95-96%. Διαπιστώθηκε ότι τα μεθανογόνα βακτήρια δυσκολεύονταν στη διάσπαση των πιητικών λιπαρών οξέων, που είτε περιέχονταν στα απόβλητα είτε σχηματίζονταν κατά τη διάρκεια της οργανοποιήσεως¹².

5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η βιομηχανία της επιτραπέζιας ελιάς είναι θεμελιώδους οικονομικής σημασίας για πολλές Μεσογειακές χώρες, ιδιαίτερα στην παραγωγή Ισπανικού τύπου πράσινης ελιάς. Ωστόσο, η βιομηχανία προκαλεί επίσης περιβαλλοντικά προβλήματα εξαιτίας των παραγόμενων μολυσμένων αποβλήτων. Κατά την επεξεργασία της επιτραπέζιας ελιάς Ισπανικού τύπου, τα υγρά απόβλητα που παράγονται μπορούν να επεξεργαστούν με τη μέθοδο της ενεργοποιημένης λασπώδους απόθεσης. Τα υγρά απόβλητα παράγονται για ένα με δύο μήνες το χρόνο, και προς το παρόν αδειάζονται σε λίμνες εξάτμισης επειδή δεν είναι αποδεκτά σε αστικούς υπονόμους. Εντούτοις, αυτή η διαδικασία είναι αιτία άσχημης μυρωδιάς και οι πιθανότητες των επιφανειακών και υπόγειων νερών αυξάνει το κόστος αυτής της προσωρινής λύσης.

Τα απόβλητα έχουν αντίδραση αλκαλική όταν περιέχουν σόδα ή όξινη όταν περιέχουν οξέα. Κύριοι ρυπαντές είναι εκτός από το αλάτι και την καυστική σόδα (NaOH), οι πολυφαινόλες ορισμένες από τις οποίες έχουν ή αποκτούν μαύρο χρώμα ιδιαίτερα όταν οξειδωθούν και πολυμερισθούν. Οι δύο ανόργανοι ρυπαντές υποβαθμίζουν την υφή και την χημική σύσταση του εδάφους, ενώ οι πολυφαινόλες αποικοδομούνται δύσκολα και με πολύ βραδύ ρυθμό. Η παρουσία τους στο έδαφος παρεμποδίζει και την ανάπτυξη της φυσικής βλαστήσεως. Η διάθεση των αποβλήτων διαμέσου βιολογικού καθαρισμού είναι πρακτικά ανέφικτη, σύμφωνα με τα παραπάνω. Και για το λόγο αυτό η μόνη προσπέλαση στη λύση του προβλήματος στηρίζεται στον περιορισμό όσο γίνεται του όγκου των αποβλήτων και στην αναγέννηση της μητρικής άλμης με στόχο την ανακύκλωσή τους⁷.

Η περιβαλλοντική νομοθεσία πιέζει τις βιομηχανίες επιτραπέζιας ελιάς σε μείωση της μόλυνσης αλλά δεν υπάρχουν διαθέσιμα συστήματα χαμηλού κόστους για τον περιορισμό του υψηλού βαθμού COD αυτών των υγρών αποβλήτων. Επιπλέον τα απόβλητα περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις πολυφαινολικών συστατικών τα οποία αναστέλλουν την αναερόβια βιοεπεξεργασία.

Με σκοπό την εξάλειψη αυτής της αναστολής έχει προταθεί μια προεπεξεργασία των υγρών απόβλητων, με μύκητες που προκαλούν καθαρή αποδόμηση, αν και η αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι χαμηλή ακόμα και σε αραιωμένα υγρά απόβλητα.

Οι παρακάτω τεχνικές επιτρέπουν την μείωση των υγρών απόβλητων:

1. Πλήρης ή μερική ελαχιστοποίηση των πλυσιμάτων μέσω της χρήσης υδροχλωρικού οξέος που χρησιμοποιείται στα τρόφιμα για ουδετεροποίηση.
2. Επαναχρησιμοποίηση της άλμης ζύμωσης. Η επαναχρησιμοποίηση της άλμης είναι δυνατή με τη χρήση διαφόρων μεθόδων. Τέτοιες μέθοδοι είναι η ανάπλαση της άλμης με την ανταλλαγή ιόντων ρητίνης ή με ενεργοποιημένο άνθρακα.
3. Η πλήρης ή μερική ελαχιστοποίηση των πλυσιμάτων με την χρήση HCl και η επαναχρησιμοποίηση της άλμης ωρίμανσης επιτρέπει τη μείωση των απόβλητων.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας αναφερθήκαμε στις μεθόδους επεξεργασίας των κυριότερων ποικιλιών επιτραπέζιας ελιάς. Κατά την επεξεργασία αυτών παράγονται απόβλητα τόσο στερεά όσο και υγρά όπου παρουσιάζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες κυρίως σε ότι αφορά την αυξημένη περιεκτικότητα τους σε χλωριούχο νάτριο (αλάτι) και σε καυστική σόδα. Οι ιδιαιτερότητες αυτές αποτέλεσαν αντικείμενο της παρούσας εργασίας, όπως και η εφαρμογή εξεζητημένων τεχνικών διάθεσης των αποβλήτων και ιδιαίτερα της άλμης ώστε να προστατευτεί όσο γίνεται περισσότερο το περιβάλλον.

Συμπερασματικά καταλήγουμε στα εξής:

- Τα απόνερα από την επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών διαφέρουν ως προς την χημική σύσταση και ως προς τον τελικό τους όγκο, ανάλογα με τον παραγόμενο κάθε φορά εμπορικό τύπο του προϊόντος.
- Οι κατηγορίες των αποβλήτων είναι: 1) το νερό εκπλύσεως των ακατέργαστων ελιών ή της εμβαπίσεως τους στο νερό για ορισμένο χρόνο. 2) Διάλυμα καυστικής σόδας που χρησιμοποιείται για το ξεπίκρισμα της πρώτης ύλης κατά την παρασκευή ορισμένων εμπορικών τύπων. 3) Άλμη που εκτός από το αλάτι περιέχει και άλλα συστατικά ανόργανα και κυρίως οργανικά με κύριο εκπρόσωπο τα οργανικά οξέα τα οποία σχηματίζονται κατά τη ζύμωση ή προστίθενται στην άλμη εσκεμμένα.
- Ο όγκος των αποβλήτων φτάνει με μέγιστη προσέγγιση :
 - Πράσινες ελιές Ισπανικού τύπου : 1,5-3 λίτρα απόνερων/ kg ελιών
 - Ανεπεξέργαστες ελιές : 0,5 λίτρο απόνερων κατά kg ελιών
 - Πράσινες ώριμες ελιές (ξεπικρισμένες με άλκαλι) : 1-3 λίτρα απόνερων κατά kg ελιών
 - Τεχνητώς ώριμες ελιές : 1,5-6 λίτρα απόνερων κατά kg ελιών

- Φυσικώς μαύρες ελιές 0,5 λίτρο απόνερων κατά **kg** ελιών
- Τα απόβλητα έχουν αντίδραση αλκαλική όταν περιέχουν σόδα ή όξινη όταν περιέχουν οξέα.
- Κύριοι ρυπαντές είναι εκτός από το αλάτι και την καυστική σόδα, οι πολυφαινόλες ορισμένες από τις οποίες έχουν ή αποκτούν μαύρο χρώμα ιδιαίτερα όταν οξειδωθούν και πολυμερισθούν.
- Το αλάτι και η καυστική σόδα υποβαθμίζουν την υφή και την χημική σύσταση του εδάφους ενώ οι πολυφαινόλες αποικοδομούνται δύσκολα και με πολύ βραδύ ρυθμό. Η παρουσία τους στο έδαφος παρεμποδίζει και την ανάπτυξη της φυσικής βλαστήσεως.

Με βάση τα παραπάνω η διάθεση των αποβλήτων διαμέσου βιολογικού καθαρισμού είναι πρακτικά ανέφικτη. Και για το λόγο αυτό η λύση του προβλήματος στηρίζεται στον περιορισμό όσο γίνεται του όγκου των αποβλήτων και στην αναγέννηση της μητρικής άλμης με στόχο την ανακύκλωσή της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα υγρά απόβλητα από τις βιομηχανίες επιτραπέζιας ελιάς αποτελούν σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα στις Νότιες Μεσογειακές χώρες όπως η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Ελλάδα. Αν και η διάρκεια εργασιών για την συλλογή και την επεξεργασία των επιτραπέζιων ελιών περιορίζεται σε 2 έως 3 μήνες, εντούτοις τα παραγόμενα υγρά απόβλητα, παρουσιάζουν πολύ υψηλό οργανικό φορτίο και υψηλές συγκεντρώσεις φαινολικών ενώσεων οι οποίες είναι γνωστό ότι προκαλούν τοξικά προβλήματα σε ζώντες οργανισμούς. Επιπλέον, τα στάδια προεργασίας και επεξεργασίας για την παρασκευή των επιτραπέζιων ελιών, χρησιμοποιούν και καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού για το πλύσιμο των ελαιόκαρπων, την εκπίκραση και τη ζύμωση.

Στις Μεσογειακές χώρες, τα υγρά απόβλητα επεξεργασίας επιτραπέζιων ελιών, απορρίπτονται συνήθως μη επεξεργασμένα σε ποτάμια, μικρά ρέματα ή απευθείας στη θάλασσα. Στις καλύτερες περιπτώσεις μεταφέρονται σε λίμνες εξάτμισης, όπου γρήγορα εμφανίζονται αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες οδηγούν σε οχλήσεις, όπως άσχημες οσμές και ανάπτυξη εντόμων, ενώ παράλληλα ελλοχεύει ο κίνδυνος μόλυνσης των επιφανειακών ή και υπόγειων υδάτων.

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, διάφορες μεθοδολογίες έχουν προταθεί για την διαχείριση των απόβλητων επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς παρόλο που δεν είναι όλες εφαρμόσιμες στις πράσινες ελιές, καθώς το στάδιο εκπίκρσης οδηγεί στην παραγωγή υγρών αποβλήτων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (αλκαλικό pH και υψηλό φαινολικό φορτίο). Ο Κοψιδάς έχει παρουσιάσει μια λεπτομερή περιγραφή του περιεχομένου των διαφορετικών υγρών αποβλήτων που παράγονται στα διάφορα στάδια τόσο για τις πράσινες όσο και τις μαύρες ελιές. Μεταξύ, αυτών των τύπων ελιάς, η προετοιμασία της πράσινης ποικιλίας μπορεί να παράγει μέχρι και $7,5 \text{ m}^3$ υγρών αποβλήτων τόνων ελιάς. Από την άλλη, τα υγρά απόβλητα από το στάδιο εκπίκρασης, παρουσιάζουν υψηλό COD και BOD φτάνοντας σε μερικές περιπτώσεις σε τιμές μέχρι

και 40 και 20 g/l αντίστοιχα. Ένα άλλο σημείο που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη, είναι η υψηλή περιεκτικότητα πολυφαινολών των υγρών αποβλήτων με συγκεντρώσεις που φτάνουν μέχρι και 6 g/l. Τα περισσότερα υγρά απόβλητα που παράγονται σε αυτές τις διαδικασίες απορρίπτονται χωρίς επεξεργασία σε υδάτινους αποδέκτες ή παραμένουν σε λίμνες σταθεροποίησης για το υπόλοιπο του έτους με φυσικά επακόλουθα τις άσχημες και δυσάρεστες μυρωδιές αλλά και τον πιθανό κίνδυνο για τον περιβάλλοντα χώρο. Όσα αναφέραμε παραπάνω, καθιστούν την επεξεργασία των υγρών απόβλητων ιδιαίτερος απαραίτητη. Στην πραγματικότητα διαφορετικές διαδικασίες επεξεργασίας έχουν ήδη μελετηθεί σε εργαστηριακή κλίμακα με στόχο την μείωση του επιπέδου των μολυσματικών παραγόντων τους ή την επαναχρησιμοποίηση των υγρών απόβλητων. Έτσι η καθίζηση, η προσρόφηση σε ενεργοποιημένο άνθρακα, οι ρητίνες ιοντικής ανταλλαγής, η υπερδιήθηση έχουν δοκιμαστεί κυρίως σε υγρά απόβλητα του σταδίου της ζύμωσης των επιτραπέζιων ελιών. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί η υγρή οξείδωση επιτρέποντας την μείωση κατά 90% της περιεκτικότητας των πολυφαινολών, στα υγρά απόβλητα εκπίκρανσης, εφόσον τα νερά διατηρούνται σε ένα υψηλό Ph.

ABSTRACT

The waste liquid of processing table olives composed an important environment problem in South of the Mediterranean countries, as Spain, Portugal and Greece. For the collection and processing table olives the duration of works shorten until 2-3 months although the waste liquid presentation high organic burden and high concentrations fainolic unions which are knowing for the toxically problem challenged in the alive organism. Besides, for the processing table olives in the preliminary work and elaboration using consupted great quantity of water for the washing olive crop, the britness and the fermentation.

In the Mediterranean countries, the waste liquid of elaboration table olives, usually rejected without elaborated in the rivers, in the small streams or in the sea. In the best cases transported in the lake evaporation, which quickly appeared anaerobic treaties, who guided in bad smell and development insects. Parallely to lie in wait for the danger of inflection ground or waterly underground.

As we reference, different methods recommending for the handling waste of processing table olives although all the methods are not applicable in the green olives, while in the method of britness guide in the produce waste liquid with special characteristic (alcalic pH and high fainolic union). Kopsidas has presentation one detailed description for the contented of different waste liquid which produce in the methods as for the green and as for the black olives. Between, those types olives the preparation of the green variety maybe produce until $7,5 \text{ m}^3$ waste liquid tones olives. From the other way, the waste liquid from method of the britness presentation high COD and BOD and in some cases the prices approached until 40 and 20 g/l respectively. Another sign, is the high comprehensiveness polyfainol of waste liquid to concentrations until 6 g/l. The most waste liquid who produce in this

proceedings failed without elaboration in waterly acceptor or in stay in lakes stabilization for the rest of the year with natural consequents the ugly and displeasing smells and the danger for the environment place.

So it's understanding that the elaboration of waste liquid is absolutely necessary. In the reality, they have already studied in the climax of the laboratory the different proceedings elaborations which target in the decrease of level infectious productively or the using of waste liquid. So the sinking, the prosrofis in acted coal, the risins of exchange iontic, the upfitration are tested in waste liquid to the methods of fermentation table olives. Also, the liquid oxidation has used with result decrease against 90% the comprehensiveness of polyfainol, in the waste liquid from the britness, with the prescimpion that the waters remain in a high level pH.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΜΑΤΣΑΤΣΙΝΗΣ Ι., Προϊόντα επεξεργασίας ελαιόκαρπου, Σημειώσεις μαθήματος επεξεργασίας ελιάς, Καλαμάτα 2003
2. ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΟΥ Θ., ΒΕΖΥΡΗ Κ. ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ Β., Βιομηχανίες ελαιοποιήσιμης ελιάς, επιτραπέζιας ελιάς και πυρηνελουργεία, έκδοση ΑΤΕ -1984 Αθήνα
3. ΑΛΥΓΙΖΑΚΗ Μ., Επεξεργασία και κονσερβοποίηση επιτραπέζιας ελιάς, Αθήνα 1982
4. ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ «ΕΛΙΑ - ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ», τεύχος 24, Σεπτέμβριος - Οκτώβριος 2001 (σελ. 53-55).
5. ΜΠΑΛΑΤΣΟΥΡΑΣ Γ.Δ., Η ελιά-Καλλιέργεια με σύγχρονες μεθόδους Εκδόσεις Πελεκάνος Αθήνα 1992
6. ΝΤΑΛΛΕΣ Θ., ΚΩΔΟΥΝΗ Μ., ΜΠΑΛΑΤΣΟΥΡΑ Γ. και ΑΛΥΓΙΖΑΚΗ Ε. Ζύμωση και κονσερβοποίηση μαύρης ελιάς Καλαμών Γεωργική Έρευνα 1983
7. ΜΑΡΚΑΝΤΩΝΑΤΟΥ Γ., Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων, Αθήνα, 1990.
8. ΒΑΒΙΖΟΣ Γ., Βιολογικός καθαρισμός, Γ' έκδοση, Εκδόσεις Ελκέπα (σελ. 66).
9. KOPSIDAS G.C. Treatment of table olive industry wastewater in Greece. Symposium of the Commission of the European Communities on Treatment and Use of Sewage Sludge and liquid agricultural wastes, Athens 1990
10. BALATSOURAS G., Nutritive and biological value of Greek table olives, Water Research 1992
11. Mondok F.J., 1979 Carbon dioxide gas application in the olive industry, in 57th Annual Technical Report, California Olive Association, Sacramento, California, USA
12. ΜΠΑΛΑΤΣΟΥΡΑΣ Γ.Δ., Η Επιτραπέζια Ελιά - Σύγχρονη Ελαιοκομία Γ' Έδοση, Αθήνα 2004 (σελ.599-611)

13. KOPSIDAS G.C. Wastewater from the preparation of table olives
14. TSONIS S.D. Treatment of olive mills waste water. PhD Thesis, Department of Civil Engineering University of Patras, Greece, 1988

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. www.elaimed.gr/olive
2. www.tdcolive.gr
3. www.minagric.gr
4. www.aua.gr
5. www.internationaloilolive.org