



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ
2021-2022

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βιώσιμη Διαχείριση Αποβλήτων Τροφίμων από Βιομηχανίες
Επεξεργασίας Ζωικών και Φυτικών Προϊόντων

ΣΥΓΓΡΑΦΗ: Καρέκλη Γεωργία

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ.: 21042

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

Δαμικούκα Ιωάννα, Επίκουρη Καθηγήτρια

Αθήνα, Ιούλιος 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF PUBLIC HEALTH

DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH POLICY

POSTGRADUATE PROGRAM (MSc)

OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH

2021-2022

**Sustainable Management of Food Waste from Industries processing Animal and
Plant origin products**

Diploma Thesis

Author: Georgia Karekli

Registration Number: 21042

Supervisor:

Damikouka Ioanna, Assistant Professor

Athens, July 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ
2021-2022

**Βιώσιμη Διαχείριση Αποβλήτων Τροφίμων από Βιομηχανίες Επεξεργασίας
Ζωικών και Φυτικών Προϊόντων**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δαμικούκα Ιωάννα	Επίκουρη Καθηγήτρια	
2	Εβρένογλου Λευκοθέα	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια	
3	Κάβουρα Όλγα	Επίκουρη Καθηγήτρια	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Καρέκλη Γεωργία του Σταματίου με αριθμό μητρώου 21042, φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

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

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

*Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Η Δηλούσα

Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα

.....



Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

Καρέκλη Γεωργία

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα μελετηθεί βιβλιογραφικά, ο τρόπος με τον οποίο παράγονται τα απόβλητα τροφίμων από Βιομηχανίες Επεξεργασίας Ζωικών και Φυτικών Προϊόντων, τα οποία προέρχονται από όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας και πλέον αποτελούν αντικείμενο παγκόσμιας ανησυχίας. Η ανησυχία αυτή προκύπτει εξαιτίας της απώλειας πόρων, του κόστους και της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Στην εργασία γίνεται αναφορά στον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζονται τα (στερεά και υγρά) απόβλητα βιομηχανιών επεξεργασίας ζωικών και φυτικών προϊόντων, και οι τρόποι βιώσιμης διαχείρισης και επαναχρησιμοποίησης τους, αντί για την απλή απόρριψη και την καταστροφή τους.

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάδειξη των μεθόδων κατά τις οποίες μπορεί να επιτευχθεί η μείωση κατ' ελάχιστο του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων καθώς και η δυνατότητα αξιοποίησής τους ώστε να μην επιβαρύνουν το ήδη επιβαρυνμένο περιβάλλον, αλλά να διατίθενται ως πόρος για αξιοποίησή τους στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας.

Η σημασία της εργασίας είναι η μελέτη των διαθέσιμων επιλογών για την αποτελεσματική αξιοποίηση των αποβλήτων, καθώς και το αντίκτυπο που έχει η ορθή εφαρμογή τους στην κυκλική οικονομία και την προστασία του περιβάλλοντος.

Κατά τη συγγραφή της διπλωματικής προέκυψε ότι υπάρχει πληθώρα τεχνικών που αποδίδουν το επιθυμητό αποτέλεσμα ανάλογα με το είδος, την ποιότητα και την ορθή διαλογή των αποβλήτων. Στόχος είναι οι αναφερόμενοι μέθοδοι στην παρούσα μελέτη, να εφαρμόζονται σε πρακτικό και όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο.

Το νομοθετικό πλαίσιο θα πρέπει να γίνει αυστηρότερο και πιο στοχευμένο, ενώ θα πρέπει να γίνεται συνεχείς ενημέρωση των αρμοδίων σχετικά με τις νέες μεθόδους αξιοποίησης και διαχείρισης αποβλήτων ώστε να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις τόσο σε περιβαλλοντικό όσο και σε κοινωνικό οικονομικό επίπεδο.

Το υλικό της μελέτης αποτέλεσε ελληνική και διεθνής βιβλιογραφία, επιστημονικοί εκδοτικοί οίκοι και βάσεις δεδομένων (π.χ. Elsevier, Scopus, HEAL-Link, κλπ), άρθρα επιστημονικών

περιοδικών (Science Direct, κλπ) και στοιχεία εθνικών και διεθνών οργανισμών που ασχολούνται με την προστασία του περιβάλλοντος και εν προκειμένω με τη διαχείριση αποβλήτων τροφίμων.

Λέξεις κλειδιά: βιομηχανία τροφίμων, απόβλητα τροφίμων, επαναχρησιμοποίηση, βιώσιμη διαχείριση

ABSTRACT

This paper is a bibliographic review, the subject of which is the study of the Sustainable Management of Food Waste from Industries processing Animal and Plant origin products, which originate from all stages of the production process and become an object of global concern. This concern arises because of the loss of resources, costs and environmental impact.

The paper refers to the way in which waste (solid and liquid) from animal and plant processing industries is managed, and the ways in which it can be sustainably managed and reused, rather than simply disposed of and destroyed.

The aim of this paper, is to refer to the way they are managed and the ways of their sustainable management and reuse, instead of simple disposal and destruction, in order to achieve a minimum reduction of the pollutant load of waste as well as to increase the possibilities of their utilization so that they do not burden the already polluted environment but are available as a resource for their utilization in the context of the circular economy.

The importance of the paper is to study the available options for the efficient use of waste and the impact of their proper implementation on the circular economy and environmental protection.

During the writing of the thesis it was found that there is a multitude of techniques that yield the desired result depending on the type, quality and proper sorting of the waste. The aim is to apply the methods mentioned in this study on a practical and not only on a theoretical level. The legislative framework should be made stricter and more targeted, and the authorities should be kept up to date with new methods of waste recovery and management to meet modern environmental and socio-economic requirements.

The material of the study consisted of Greek and international literature, scientific publishing houses and databases (e. g. Elsevier, Scopus, HEAL-Link, etc.), articles of scientific journals (Science Direct, etc.) and data of national and international organizations dealing with environmental protection and in this case with food waste management.

Key words: food industry, food waste, reuse, sustainable management

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	i
Abstract.....	iii
Κατάλογος πινάκων.....	vi
Κατάλογος γραφημάτων.....	vii
Κατάλογος εικόνων.....	viii
Κατάλογος σχημάτων.....	ix
Συντομογραφίες.....	x
Πρόλογος.....	15
Εισαγωγή.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1. Βασικοί Ορισμοί.....	18
1.2 Παραγωγή τροφίμων και κλιματική αλλαγή.....	23
1.3 Βελτιστοποίηση της διαχείρισης βιομηχανικών απορριμμάτων τροφίμων.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
2. Γενικό νομοθετικό πλαίσιο.....	26
2.1.Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για τα απόβλητα.....	27
2.1.1 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα.....	27
2.1.2 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για τα υγρά απόβλητα.....	28
2.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για τα απόβλητα.....	30
2.2.1 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα.....	30
2.2.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για τα υγρά απόβλητα.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
3.0 Βιομηχανίες παραγωγής ζωικών προϊόντων.....	32
3.1 Παραδείγματα βιομηχανιών επεξεργασίας και παραγωγής ζωικών προϊόντων.....	34
3.2 Μονάδες επεξεργασίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων.....	34
3.3 Μέθοδοι αξιοποίησης αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων.....	36
3.3.1 Παραγωγή βιολιπάσματος.....	37
3.3.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.....	38
3.4 Μονάδες επεξεργασίας κρέατος σπληφόρων και πουλερικών.....	39

3.5 Μέθοδοι αξιοποίησης αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας κρέατος.....	40
3.5.1 Παραγωγή βιοαερίου.....	40
3.5.2 Παραγωγή κολλαγόνου.....	43
3.5.3 Αδρανοποίηση για την παραγωγή ζωοτροφών.....	43
3.5.4. Παραγωγή θερμομονωτικών και ηχομονωτικών υλικών από φτερά πουλερικών..	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.0 Βιομηχανίες παραγωγής φυτικών προϊόντων.....	46
4.1 Παραδείγματα βιομηχανιών επεξεργασίας και παραγωγής φυτικών προϊόντων.....	48
4.2 Μονάδες επεξεργασίας φρούτων.....	48
4.3 Αξιοποίηση αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας φρούτων.....	49
4.3.1 Παραγωγή βιοκαυσίμου.....	49
4.3.2 Κομποστοποίηση.....	49
4.3.3 Συμβατική κομποστοποίηση.....	50
4.3.4 Κομποστοποίηση με γαιοσκώληκες.....	51
4.4 Μονάδες παραγωγής ελαιολάδου.....	53
4.5 Αξιοποίηση αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας ελαιολάδου.....	56
4.5.1 Χρήση στη βιομηχανία καλλυντικών.....	57
4.5.2 Κομποστοποίηση.....	58
4.5.3 Παραγωγή ζωοτροφών.....	59
4.6 Μονάδες παραγωγής ζάχαρης.....	60
4.7 Αξιοποίηση αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας ζάχαρης.....	61
4.7.1 Παραγωγή βιοκαυσίμων (βιοενέργειας).....	61
4.7.2 Χρήση για παραγωγή συσκευασιών τροφίμων	61
Συμπεράσματα.....	63
Βιβλιογραφία.....	65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση Ζωικών Υποπροϊόντων σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 1069/2009/ΕΚ	21
Πίνακας 2: Ιδιότητες των λυμάτων της βιομηχανίας επεξεργασίας κρέατος.....	39
Πίνακας 3: Ενδεικτικές τιμές ρυπαντικού φορτίου αποβλήτων ελαιοτριβείου.....	54

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Ποσοτικοποίηση εναλλακτικών λύσεων διαχείρισης απορριμμάτων στη βιομηχανία τροφίμων του Ηνωμένου Βασιλείου.	25
---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Η ανεστραμμένη πυραμίδα ιεράρχησης διαθέσιμων επιλογών διαχείρισης αποβλήτων τροφίμων από τις περισσότερο έως τις λιγότερο φιλικές προς το περιβάλλον.....	27
Εικόνα 2: Γραμμή παραγωγικής μονάδας βιοαερίου.....	41

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Διαδικασία αδρανοποίησης Ζωικών Υποπροϊόντων.....	44
Σχήμα 2: Διαδικασία παραγωγής χυμού.....	47
Σχήμα 3: Διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου.....	55

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ:

ΑΑ	ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ
ΕΚ	ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ
ΕΚΑ	ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ:

ΜΤ	METRIC TON
ΙΡCC	INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE
COD	CHEMICAL OXYGEN DEMAND
BOD	BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή διεξήχθη στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ):

«Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία» και Ειδίκευση στην Υγιεινή Περιβάλλοντος, του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας. Το Μεταπτυχιακό πρόγραμμα το επέλεξα ώστε να διευρύνω το πεδίο των γνώσεων μου, και να εντρυφήσω στα Περιβαλλοντικά προβλήματα που αποτελούν μείζον ζήτημα σε παγκόσμιο επίπεδο.

Το πεδίο ενασχόλησης μου στον επαγγελματικό τομέα είναι τα τρόφιμα και η συμβουλευτική επιχειρήσεων σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας τροφίμων. Το θέμα που επέλεξα για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, θεώρησα ότι αποτελεί τον συνδυασμό κριτικό στις κεκτημένες μου γνώσεις κατά την περίοδο εργασίας μου και των γνώσεων που έλαβα κατά τη διάρκεια της φοίτησης στο ΠΜΣ. Γνωρίζοντας ότι κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας των τροφίμων προκύπτουν τεράστιοι όγκοι αποβλήτων τροφίμων, μου φάνηκε εξαιρετικά ενδιαφέρον να μελετήσω τον τρόπο με τον οποίο η παγκόσμια κοινότητα θα μπορούσε να συμβάλει ώστε να μπορέσουν αυτά τα απόβλητα να διαχειριστούν με γνώμονα τη βιώσιμη ανάπτυξη και την επαναχρησιμοποίηση τους ώστε να μην επιβαρύνουν το ήδη επιβαρυσμένο περιβάλλον.

Η εργασία μου ανατέθηκε από την κ. Ιωάννα Δαμικούκα, Επίκουρη Καθηγήτρια, η οποία είναι και η υπεύθυνη για την αξιολόγηση και παρακολούθηση της πορείας της εργασίας. Θα ήθελα να την ευχαριστήσω θερμά για τη βοήθεια και την επίβλεψη και την άψογη συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησης μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κύκλος της ζωής των παραγόμενων τροφίμων ξεκινά από τη διαδικασία της σποράς τους στη γη, μέχρι τη στιγμή της συγκομιδής τους ώστε να καταλήξουν στον τελικό καταναλωτή. Σε όλα τα στάδια έως την παραγωγή του τελικού προϊόντος, παράγονται απόβλητα τροφίμων. Όμως λόγω της κλιματικής αλλαγής, των φυσικών καταστροφών, λαμβάνοντας υπόψη και τις επιπτώσεις από τις πρόσφατες πλημμύρες και τις πυρκαγιές, θα δημιουργηθεί πρόβλημα με τα τρόφιμα (επισιτιστική κρίση). Από την αύξηση των καθημερινών αναγκών του πληθυσμού της γης και της ζήτησης των τροφίμων, παράλληλα αυξάνονται και τα παραγόμενα απόβλητα από τις παραπάνω διεργασίες παραγωγής τροφίμων.

Στόχος λοιπόν της παγκόσμιας κοινότητας είναι, τα απόβλητα αυτά να διαχειρίζονται κατά τα προβλεπόμενα από την ισχύουσα νομοθεσία και εφόσον αυτό είναι εφικτό να επαναχρησιμοποιούνται ως πόρος στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας με σκοπό τη μείωση του περιβαλλοντικού και υδατικού αποτυπώματος που με τη σειρά του θα συμβάλει στην αειφορία της παραγωγής. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω βελτιστοποίησης των διεργασιών παραγωγής, χρήσης αποδοτικότερων τεχνολογιών, μείωσης των απωλειών, ανακύκλωσης και προώθησης της βιώσιμης και αειφόρου παραγωγής μέσω της ορθής διαχείρισης των αποβλήτων.

Η αξιοποίηση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων τροφίμων έχει απασχολήσει τους επιστήμονες σε παγκόσμιο επίπεδο, διότι αποτελεί περιβαλλοντικό αλλά και κοινωνικό-οικονομικό ζήτημα. Στόχος είναι η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων από τις βιομηχανίες τροφίμων, αλλά σε περιπτώσεις που αυτό δεν είναι εφικτό ο επιθυμητός στόχος είναι η ανακύκλωση ή η επαναχρησιμοποίηση τους. Μερικοί από τους τρόπους βιώσιμης διαχείρισης είναι η υγειονομική ταφή, η κομποστοποίηση, η δημιουργία ζωοτροφών και η αναερόβια χώνευση που συμβάλει στη μετατροπή των αποβλήτων τροφίμων σε ανανεώσιμη ενέργεια, λιπάσματα κλπ.

Στη διπλωματική εργασία θα μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο δύναται να παραχθούν απόβλητα τροφίμων από Βιομηχανίες Επεξεργασίας Ζωικών και Φυτικών Προϊόντων. Στη συνέχεια θα αναζητηθούν οι τρόποι της παγκόσμιας κοινότητας, ώστε τα απόβλητα αυτά να διαχειρίζονται κατά τα προβλεπόμενα από την ισχύουσα νομοθεσία και εφόσον αυτό είναι εφικτό να επαναχρησιμοποιούνται ως πόρος στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν παραδείγματα βιώσιμης επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων αποβλήτων τροφίμων και η εργασία θα ολοκληρωθεί με την παρουσίαση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση του επιλεγόμενου θέματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Βασικοί ορισμοί

Τρόφιμο

Ως τρόφιμα σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, και πιο συγκεκριμένα το άρθρο 2 του ΕΚ 178/2002, ορίζονται *«ουσίες ή προϊόντα, είτε αυτά έχουν υποστεί πλήρη ή μερική επεξεργασία είτε όχι, τα οποία προορίζονται για βρώση από τον άνθρωπο ή αναμένεται ευλόγως ότι θα χρησιμεύσουν για τον σκοπό αυτόν. Στα "τρόφιμα" περιλαμβάνονται ποτά, τσίχλες και οποιαδήποτε ουσία, περιλαμβανομένου του νερού, η οποία ενσωματώνεται σκόπιμα στα τρόφιμα στη διάρκεια της παραγωγής, της παρασκευής ή της επεξεργασίας τους. Επίσης περιλαμβάνεται το νερό μετά το σημείο συμμόρφωσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 6 της οδηγίας 98/83/ΕΚ και με την επιφύλαξη των απαιτήσεων των οδηγιών 80/778/ΕΟΚ και 98/83/ΕΚ.*

Στα "τρόφιμα" δεν περιλαμβάνονται οι ζωοτροφές, τα ζώντα ζώα, τα φυτά πριν από τη συγκομιδή, τα καλλυντικά, τα προϊόντα καπνού καθώς και φαρμακευτικές και ναρκωτικές ή ψυχοτρόποι ουσίες.

Απόβλητο

Ως απόβλητο σύμφωνα με την ισχύουσα Εθνική Νομοθεσία (Νόμος 4042/2012) και σε εναρμόνιση με την οδηγία 2008/98/ΕΚ ορίζεται *«κάθε ουσία ή αντικείμενο που ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει»* (Νόμος 4042/2012) με τα επικίνδυνα να κατατάσσονται όσα αναφέρονται στο Παράρτημα ΙΙΙ του ίδιου νόμου.

Απόβλητα τροφίμων (FoodWaste)

Με τον όρο «απόβλητα τροφίμων» περιγράφονται βρώσιμα ή μη βρώσιμα τρόφιμα τα οποία μπορεί να αποτελέσουν υποπροϊόν διαφορετικών σταδίων της τροφικής αλυσίδας από τη συγκομιδή, την επεξεργασία, την παραγωγή, τη συσκευασία, τη διάθεση στον καταναλωτή αλλά και τα στάδια μετά την κατανάλωση του προϊόντος.

Συμπεριλαμβάνονται έτσι τρεις κατηγορίες απωλειών τροφίμων, οι απώλειες που προέρχονται κατά το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, αυτές που δε δύναται να αποφευχθούν κατά την κατανάλωση (π.χ. οστά κρέατος και πουλερικών, φλούδες και καρπός φρούτων και λαχανικών) και

απώλειες που μπορούν να αποφευχθούν (με την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων τροφίμων). Αξίζει να αναφερθεί η διαφορά μεταξύ των όρων της σπατάλης τροφίμων (*foodwaste*) και της απώλειας τροφίμων (*foodloss*) με τη σπατάλη τροφίμων να λαμβάνει χώρα σε επίπεδο κατανάλωσης και η απώλεια τροφίμων σε επίπεδο διαχείρισης και εφοδιασμού (Cabello et al., 2018).

Διαχείριση αποβλήτων

Στο Νόμο 4042/2012 και ειδικότερα στην παράγραφο 9 του Άρθρου 11, δίδεται ο ορισμός της έννοιας της διαχείρισης αποβλήτων ως *«η συλλογή, μεταφορά, ανάκτηση και διάθεση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών, καθώς και της επίβλεψης των χώρων διάθεσης (disposal sites) και των ενεργειών στις οποίες προβαίνουν οι έμποροι ή οι μεσίτες»*. Ο ορισμός έχει μια ευρεία έννοια με την οποία καλύπτεται όλη η διαδικασία από την παραγωγή των αποβλήτων, τη συλλογή και όλη τη διαδικασία επεξεργασίας μέχρι την τελική διάθεση τους, δίνοντας βάση στον έλεγχο που πρέπει να λαμβάνει χώρα σε όλα τα παραπάνω στάδια.

Απορρίμματα τροφίμων

Τα απορρίμματα τροφίμων ορίζονται ως *«βρώσιμα υλικά που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και απορρίπτονται, χάνονται, υποβαθμίζονται ή καταναλώνονται από παράσιτα κατά την πορεία τους, από τη συγκομιδή στην κατανάλωση»*.

Υποπροϊόν - Παραπροϊόν

Ως υποπροϊόν ή παραπροϊόν ορίζεται *«κάθε ουσία ή αντικείμενο που προκύπτει από διαδικασία παραγωγής, πρωταρχικός σκοπός της οποίας δεν είναι η παραγωγή της εν λόγω ουσίας ή του εν λόγω αντικειμένου και δε θεωρείται απόβλητο»*.

Κυκλική οικονομία

Με τον συγκεκριμένο ισχυρισμό ορίζεται το οικονομικό μοντέλο που έχει ως βάση τη μείωση της σπατάλης των πόρων που αξιοποιούνται στην εκάστοτε διαδικασία παραγωγής, αποτελώντας ουσιαστικά την εξέλιξη της γνωστής ανακύκλωσης με τη διαφοροποίηση ότι κατά το σχεδιασμό του προϊόντος λαμβάνεται μέριμνα ώστε το παραγόμενο προϊόν να μπορεί να ανασκευαστεί, να μεταποιηθεί ή ακόμα και να επαναχρησιμοποιηθεί ως νέο προϊόν. Η παραπάνω διαδικασία περιλαμβάνει ένα σύνολο ενεργειών όπως:

- Τη χρήση ανανεώσιμων πόρων, ζωικών και φυτικών υποπροϊόντων αλλά και βιο-αποδομήσιμων υλικών,
- Την ανάκτηση και την αξιοποίηση των προϊόντων,
- Την παραγωγή ενέργειας από τα παραγόμενα απόβλητα,
- Τη διατήρηση του εκάστοτε προϊόντος σε ικανοποιητική κατάσταση για μεγάλο χρονικό διάστημα,
- Την αξιοποίηση διάφορων προϊόντων για την κάλυψη αναγκών πολλαπλών χρηστών (*sharing economy*).

Ζωικά υποπροϊόντα

Σύμφωνα με τον *Ευρωπαϊκό Κανονισμό 1069/2009/EK* και ειδικότερα το άρθρο 3 του Κανονισμού δίδεται ο ορισμός: «*Ζωικά υποπροϊόντα θεωρούνται ολόκληρα πτώματα ή μέρη αυτών, προϊόντα που λαμβάνονται από ζώα αλλά δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο*».

Κατηγορίες ζωικών υποπροϊόντων:

Τα ζωικά υποπροϊόντα που παράγονται κατά τη σφαγή των παραγωγικών ζώων (*βοοειδή, χοίροι, αιγοπρόβατα*) σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 1069/2009/EK και ειδικότερα στο άρθρο 7 του Κανονισμού χωρίζονται σε 3 κατηγορίες οι οποίες ενδεικτικά περιγράφονται στον Πίνακα 1 από την πιο επικίνδυνη έως τη λιγότερο επικίνδυνη και αναφέρονται στα επίπεδα κινδύνου που δύναται να προκαλέσουν στη δημόσια υγεία αλλά και την υγεία των ζώων. Η κατηγοριοποίηση καθορίζει και τον τρόπο της μετέπειτα χρήσης και απόρριψης των υποπροϊόντων.

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση Ζωικών Υποπροϊόντων σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 1069/2009/ΕΚ

Κατηγορία	Ζωικά Υποπροϊόντων	Τρόπος διάθεσης
<u>Υλικά</u> κατηγορίας 1	<ul style="list-style-type: none"> πτώματα ή τμήματα σώματος ζώων με προβιά και δέρμα στα τα οποία υπάρχει υπόνοια μόλυνσης από σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια ή ζώα τα οποία θανατώθηκαν για λόγους εξάλειψης της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας 	<ul style="list-style-type: none"> απορρίπτονται ως απόβλητα μέσω αποτέφρωσης ανακτώνται ή απορρίπτονται μέσω συναποτέφρωσης εάν δεν υπάρχει υπόνοια μόλυνσης από σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια γίνεται αποστείρωση υπό πίεση, ανεξίτηλη επισήμανση του υλικού που προκύπτει και ταφή σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής
	<ul style="list-style-type: none"> τα ζωικά υποπροϊόντα τα οποία έχουν προέλθει από ζώα στα οποία έχει γίνει χορήγηση παράνομης αγωγής ή υποπροϊόντα περιέχουν κατάλοιπα άλλων ουσιών σε μη επιτρεπόμενα όρια 	
	<ul style="list-style-type: none"> τα ειδικά υλικά κινδύνου που αναγράφονται στο παράρτημα V του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 999/2001, όπως για παράδειγμα το κρανίο, ο εγκέφαλος και τον νωτιαίος μυελός των βοοειδών που είναι μεγαλύτερα από δώδεκα μηνών, τη σπονδυλική στήλη των βοοειδών άνω των 30 μηνών, κλπ 	
<u>Υλικά</u> κατηγορίας 2	<ul style="list-style-type: none"> κοπριά 	<ul style="list-style-type: none"> απορρίπτονται ως απόβλητα μέσω αποτέφρωσης ανακτώνται ή απορρίπτονται μέσω συναποτέφρωσης, απορρίπτονται σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής, έπειτα από μεταποίηση με αποστείρωση υπό πίεση χρησιμοποιούνται για την παρασκευή οργανικών λιπασμάτων λιπασματοποιούνται ή μετασχηματίζονται σε βιοαέριο
	<ul style="list-style-type: none"> το περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος των σφάγιων 	
	<ul style="list-style-type: none"> ζωικά υποπροϊόντα που συλλέγονται από τα επεξεργασμένα λύματα των σφαγείων 	
	<ul style="list-style-type: none"> ζωικά υποπροϊόντα στα οποία περιέχονται κατάλοιπα ουσιών ή μολυσματικές ουσίες που ξεπερνούν τα επιτρεπόμενα όρια 	
	<ul style="list-style-type: none"> τα ωοκύτταρα, το σπέρμα και τα έμβρυα, που δεν προορίζονται για αναπαραγωγή. 	

<u>Υλικά</u> κατηγορίας 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ σφάγια ή μέρη ζώων τα οποία ενώ δεν παρουσιάζουν κανένα σημάδι ασθένειας κρίνονται ως ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ απορρίπτονται ως απόβλητα μέσω αποτέφρωσης με ή χωρίς εκ των προτέρων μεταποίηση ▪ απορρίπτονται σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής, έπειτα από μεταποίηση
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ εντερικός σωλήνας χοίρων - κέρατα - πόδια - τρίχες χοίρων - αίμα και - λιπώδη ιστός από ζώα που έχουν κριθεί κατάλληλα για κατανάλωση 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ για την παρασκευή ζωοτροφής για εκτρεφόμενα ζώα ▪ για την παρασκευή ζωοτροφής για γουνοφόρα ζώα ▪ για την παρασκευή ζωοτροφής για ζώα συντροφιάς ▪ λιπασματοποιούνται ή μετασχηματίζονται σε βιοαέριο

1.2 Παραγωγή τροφίμων και κλιματική αλλαγή

Στην έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής, που συντάχθηκε το 2019, και αφορά την Κλιματική Αλλαγή (*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*), αναφέρθηκε ότι για την επίτευξη του στόχου για τον περιορισμό της αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 2°C θα πρέπει να γίνει μείωση των εκπομπών του αερίων του θερμοκηπίου. Αξιοσημείωτο ρόλο στην παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου έχει και η παραγωγή τροφίμων (Shukla et al, 2019).

Οι οργανωμένες ενέργειες με σκοπό την αντιμετώπιση των προβλημάτων που έχουν προκύψει από την κλιματική αλλαγή μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των εδαφών, στην παραγωγή τροφίμων και να εξασφαλίσουν την επισιτιστική ασφάλεια. Επιπλέον, στην έκθεση γίνεται αναφορά στην κλιματική αλλαγή και κατά πόσο μπορεί να επηρεάσει την επισιτιστική ασφάλεια στους εξής τομείς:

- Διαθεσιμότητα πρώτων υλών,
- Δυνατότητα αγοράς τροφίμων από τους καταναλωτές λόγω κόστους,
- Σωστή διατροφή και
- Σταθεροποίηση στη διαθεσιμότητα των τελικών προϊόντων.

Ο Priyadarshi Shukla, μέλος της ομάδας εργασίας III της IPCC αναφέρει στο λόγο του ότι: *«Η ασφάλεια των τροφίμων θα επηρεάζεται όλο και περισσότερο από τη μελλοντική κλιματική αλλαγή μέσω της μείωσης των αποδόσεων - ιδίως στις τροπικές περιοχές - της αύξησης των τιμών, της μείωσης της ποιότητας των θρεπτικών συστατικών και των διαταραχών της αλυσίδας εφοδιασμού»* (Shukla et al, 2019).

Τέλος, στην έκθεση αναφέρεται ότι περίπου το 1/3 κατά την παραγωγική διαδικασία των τροφίμων σπαταλάται ή χάνεται. Οι λόγοι αυτής της σπατάλης ή της απώλειας των τροφίμων διαφέρουν μεταξύ των ανεπτυγμένων και των αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και μεταξύ των περιοχών ανά τον κόσμο. Η μείωση αυτών των απωλειών και των αποβλήτων σε όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας ενός τροφίμου, με τη σειρά της θα μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και θα συμβάλει στη βελτίωση της επισιτιστικής ασφάλειας (Shukla et al, 2019).

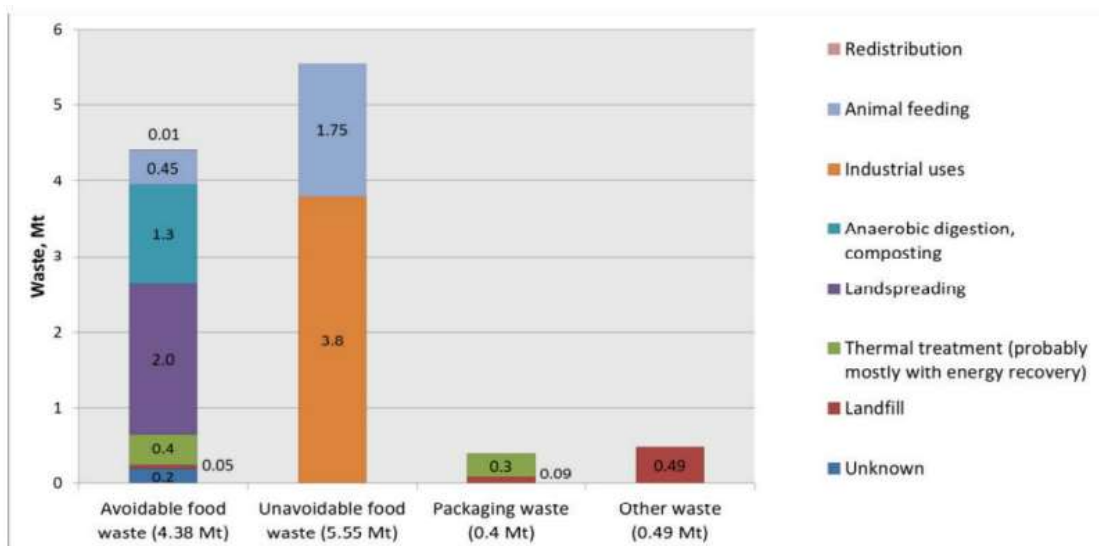
1.3 Βελτιστοποίηση της διαχείρισης βιομηχανικών απορριμμάτων τροφίμων

Διαρκή ανησυχία προκαλεί σε παγκόσμιο επίπεδο η σπατάλη των τροφίμων και πλέον απαιτείται η άμεση λήψη μέτρων ώστε να περιοριστούν οι οικολογικές και οι κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις της. Στις αναπτυγμένες χώρες, ένα μεγάλο ποσοστό αποβλήτων τροφίμων, παράγεται στο στάδιο παραγωγής τροφίμων, ενώ η διαχείριση του δεν πραγματοποιείται πάντοτε με τον προβλεπόμενο τρόπο διαχείρισης με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται το περιβάλλον. Ο στόχος για μια επισιτιστική ασφάλεια άπτεται σε συλλογικές ενέργειες που πρέπει να αξιολογηθούν και να υλοποιηθούν από τους παγκόσμιους οργανισμούς, τις εταιρίες τροφίμων αλλά και τον τελικό καταναλωτή. Σκοπός είναι τα απόβλητα τροφίμων να μειωθούν ώστε να επαρκούν τα τρόφιμα για τους ανθρώπους που έχουν ανάγκη από σίτιση και βρίσκονται στα κατώτερα οικονομικά στρώματα. Υπολογίζεται ότι ακόμα και το 25% της σπατάλης τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο θα επαρκούσε για τη σίτιση όλων των επισιτισμένων (Garcia et al, 2016).

Τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων συγκαταλέγονται στις προκλήσεις που αναφέρονται στην Ατζέντα 2030, λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των ανθρώπων που είναι στα όρια του υποσιτισμού καθώς και τη συνεχή εξάντληση των φυσικών διαθέσιμων πόρων. Σε Ευρωπαϊκό αλλά και Κοινοτικό επίπεδο, η νομοθεσία αναφέρεται στο γεγονός ότι πρωταρχικό ρόλο έχει η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων αλλά και η δυνατότητα επαναξιοποίησης των υποπροϊόντων που παράγονται, διατηρώντας πάντοτε τα προβλεπόμενα πρότυπα ασφάλειας και ποιότητας τροφίμων και ζωοτροφών (Desproudi et al, 2015).

Για παράδειγμα, μελέτες αναφέρουν ότι στο Ηνωμένο Βασίλειο, τα περισσότερα απόβλητα τροφίμων παράγονται κατά το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας των προϊόντων και κατά τη διάρκεια της κατανάλωσής τους. Αρκετές είναι οι διαφημιστικές καμπάνιες και οι δράσεις που έχουν λάβει χώρα με σκοπό να ευαισθητοποιήσουν τους καταναλωτές, ώστε να λαμβάνουν τα απαραίτητα μέτρα για τη μείωση της σπατάλης των τροφίμων καθώς επίσης και μέθοδοι για την ανακύκλωση και επαναξιοποίηση των παραγόμενων αποβλήτων τροφίμων (Garcia et al, 2016).

Όσον αφορά τις βιομηχανίες τροφίμων θα πρέπει και εκείνες με τη σειρά τους να δώσουν έμφαση στην πρόληψη παραγωγής αποβλήτων τροφίμων. Ωστόσο, σε περιπτώσεις που η μείωση δεν είναι εφικτή θα πρέπει να τα διαχειρίζονται με το βέλτιστο δυνατό τρόπο. Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις παραγωγής υποπροϊόντων τροφίμων που προκύπτουν από την παραγωγή τροφίμων, η διαχείριση δεν είναι προληπτική αλλά αναγκαία. Μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο, έδειξε πως τα περισσότερα από τα βιομηχανικά απόβλητα τροφίμων δεν δύναται να μειωθούν κατά την παραγωγική διαδικασία επομένως απαιτείται μια σειρά διαδικασιών για τη βιώσιμη διαχείριση τους. Στο παρακάτω γράφημα (Γράφημα 1) αποτυπώνονται οι εναλλακτικές λύσεις διαχείρισης απόβλητων τροφίμων σε βιομηχανίες τροφίμων του Ηνωμένου Βασιλείου που αφού ποσοτικοποιήθηκαν, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των αποβλήτων που δύναται να αποφευχθούν οδηγούνται σε απόρριψη στο έδαφος (2,0 Mt αποβλήτων από τα 4,38 Mt), ενώ ακολουθούν με 1,3 Mt η αναερόβια χώνευση και με 0,45 Mt η διάθεση για παραγωγή ζωοτροφών. Όσον αφορά το σύνολο των αποβλήτων τροφίμων (5,55 Mt) που δεν δύναται να αποφευχθεί η παραγωγή τους, 3,8 Mt οδηγούνται σε βιομηχανικές χρήσεις ενώ 1,78 Mt προορίζεται για την παραγωγή ζωοτροφών. Σύμφωνα με τη μελέτη, ο μεγαλύτερος όγκος των απορριμμάτων τροφίμων (συμπεριλαμβανομένων των μη βρώσιμων υλικών) στην αλυσίδα εφοδιασμού του Ηνωμένου Βασιλείου παράγεται στο στάδιο της παραγωγής (Garcia et al, 2016).



Γράφημα 1: Ποσοτικοποίηση εναλλακτικών λύσεων διαχείρισης απορριμμάτων στη βιομηχανία τροφίμων του Ηνωμένου Βασιλείου (Garcia et al, 2016)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Γενικό νομοθετικό πλαίσιο

Στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία περιλαμβάνονται κατά κύριο λόγο Κανονισμοί, Οδηγίες και Αποφάσεις. Οι Κανονισμοί, οι οποίοι είναι μια δεσμευτική πράξη, εκδίδονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ή από το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αντίθετα οι Οδηγίες και οι Αποφάσεις, έχουν συγκεκριμένους αποδέκτες, ενώ οι Κανονισμοί απευθύνονται προς όλους. Ο Κανονισμός έχει άμεση εφαρμογή και ισχύ, όπως οι εθνικοί νόμοι και ισχύει για όλα τα κράτη μέλη. (http://ec.europa.eu/eu_law/introduction/what_regulation_el.htm).

Οι Οδηγίες από την άλλη έχουν χρονικό περιθώριο ώστε να μπορέσουν να ενταχθούν στο εθνικό δίκαιο, από τα κράτη μέλη. Στην εκάστοτε Οδηγία καθορίζεται το χρονικό περιθώριο που δίδεται στα κράτη μέλη για τη μεταφορά της στο εθνικό δίκαιο και εντός αυτής θα πρέπει να ολοκληρωθούν οι απαραίτητες ενέργειες.

Οι Αποφάσεις εκδίδονται από την Ευρωπαϊκή επιτροπή ή το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αποτελούν τη νομοθετική πράξη κατά την οποία τα θεσμικά όργανα της Ευρώπης αποφαινόμενα επί των ειδικών θεμάτων.

Στην Ελληνική νομοθεσία περιλαμβάνονται κατά κύριο λόγο Νόμοι, Υπουργικές Αποφάσεις και Διατάγματα. Οι Νόμοι συνήθως θέτουν το γενικό πλαίσιο ενός θέματος. Τα Διατάγματα και οι Υπουργικές Αποφάσεις, έπονται του Νόμου ώστε να ρυθμιστούν τα επί μέρους θέματα του Νόμου.

2.1 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για τα απόβλητα

2.1.1 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα

Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ καθορίζει το γενικό πλαίσιο διαχείρισης των αποβλήτων. Στην Απόφαση 2000/532/ΕΚ, αναφέρεται ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ).

Η ορθή και ασφαλής διαχείριση των Αποβλήτων, δεν αποτελεί επιλογή αλλά υποχρέωση ως προς το περιβάλλον και τη Δημόσια Υγεία. Στην Οδηγία 2008/98/ΕΚ και πιο συγκεκριμένα στο άρθρο 4 ορίζεται η Ιεράρχηση των αποβλήτων και ισχύει ως τάξη προτεραιότητας η ακόλουθη σειρά:

- I. πρόληψη,
- II. προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση,
- III. ανακύκλωση,
- IV. άλλου είδους ανάκτηση, π.χ. ανάκτηση ενέργειας, και
- V. διάθεση

Η Ευρώπη εισήγαγε την έννοια της Ιεραρχίας Διαχείρισης Αποβλήτων, την οποία συναντάμε απεικονιστικά με τη μορφή της ανεστραμμένης πυραμίδας (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: «Η ανεστραμμένη πυραμίδα ιεράρχησης διαθέσιμων επιλογών διαχείρισης αποβλήτων τροφίμων από τις περισσότερες έως τις λιγότερο φιλικές προς το περιβάλλον» (European Environment Agency, 2020)

2.1.2 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για τα υγρά απόβλητα

Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας είναι να διασφαλίσει την όσο το δυνατόν καλύτερη ποιότητα των εκροών που διατίθενται στο φυσικό περιβάλλον με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και την ανθρώπινη υγεία, ενώ στην Οδηγία 2008/105 καθορίζονται και συγκεκριμένα Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος που αφορούν τον τομέα της πολιτικής των υδάτων.

Στην Οδηγία 2013/39/ΕΕ και συγκεκριμένα στο Παράρτημα I και στο Παράστημα II δίνεται ο κατάλογος ουσιών προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και τα πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος για ουσίες προτεραιότητας και ορισμένες άλλες ρυπογόνες ουσίες αντίστοιχα.

Με την Οδηγία τίθεται το ζήτημα της προστασίας του περιβάλλοντος και πιο συγκεκριμένα του εδάφους κατά τη χρήση της ιλύος από την επεξεργασία καθαρισμού λυμάτων στις γεωργικές καλλιέργειες και ρυθμίζει τη χρήση με τρόπο κατά τον οποίο θα αποτρέπεται η πιθανή αρνητική επίπτωση στο έδαφος, στα φυτά, στα ζώα και στα ανθρώπινα όντα.

Στην Οδηγία 86/278/ΕΟΚ γίνεται αναφορά στην προστασία του εδάφους όταν εναποτίθεται σε αυτό ιλύς ορίζοντας χρήση τους ώστε να μην προκύπτουν επιπτώσεις στο περιβάλλον και τους ζώντες οργανισμούς, και τη διαχωρίζει σε τρεις (3) κατηγορίες:

- i. ιλύς από σταθμούς καθαρισμού επεξεργασίας λυμάτων παρόμοιων με τα αστικά και οικιακά λύματα
- ii. ιλύς από σηπτικούς βόθρους και άλλες παρόμοιες εγκαταστάσεις
- iii. ιλύς από σταθμούς καθαρισμού μη αναφερόμενους στα σημεία (i) και (ii).

Με την 2000/60 Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά ορίστηκαν οι ποιοτικοί, οικολογικοί και ποσοτικοί στόχοι για τη προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων και εν γένη η διατήρηση σε βιώσιμη κατάσταση όλων των υδατικών πόρων. Επιπλέον, επαναπροσδιορίζεται η έννοια του όρου «Λεκάνη Απορροής», στην οποία περιλαμβάνονται τα υπόγεια ύδατα, τα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα δηλαδή λίμνες και ποτάμια, τα μεταβατικά ύδατα όπου περιλαμβάνουν τα δέλτα και τις εκβολές των ποταμών και τα παράκτια οικοσυστήματα.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί και η Οδηγία 2008/56/EK η οποία είναι η Οδηγία Πλαίσιο για τη Θαλάσσια Στρατηγική καθώς στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν σημαντικοί θαλάσσιοι ορίζοντες όπως η Μεσόγειος και η Βαλτική θάλασσα, οι οποίοι αποφέρουν σημαντικά κοινωνικά και οικονομικά οφέλη στα κράτη μέλη όπως η αλιεία και η προσέλκυση τουριστών επομένως χρήζουν και αυτά με τη σειρά τους ιδιαίτερης προστασίας.

2.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για τα απόβλητα

2.2.1 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα

Ο βασικός Νόμος για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα είναι ο Νόμος 4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012), που αφορά την «Ποινική Προστασία του περιβάλλοντος –Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων –Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»

Οι βασικές Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις (ΚΥΑ) για τη ρύθμιση των επιμέρους θεμάτων είναι η ΚΥΑ 50910/2727/2003 που αφορά τη διαχείριση στερεών αποβλήτων, η ΚΥΑ 13588/725/2006 που αφορά τα μέτρα για τον περιορισμό και τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων, η ΚΥΑ 146163//2012 που αφορά τη Διαχείριση Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων.

Όπως αναφέρεται και στην Ευρωπαϊκή Νομοθεσία έτσι και στην εθνική μας νομοθεσία η διαχείριση των αποβλήτων διαχωρίζεται σε τρεις (3) κατηγορίες:

- i. Εθνικό Πλαίσιο για τα Απόβλητα,
- ii. Εθνική Νομοθεσία σχετικά με τη Διαχείριση Αποβλήτων
- iii. Εθνική Νομοθεσία σχετικά με τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων.

2.2.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο για τα υγρά απόβλητα

Το βασικό νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα για τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων και τη διαχείριση των υδάτων διαχωρίζεται σε τέσσερις (4) κατηγορίες που αφορούν:

- i. την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων,
- ii. την επεξεργασία των αστικών λυμάτων
- iii. την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης,
- iv. την προστασία και τη διαχείριση των υδάτων.

Η ΚΥΑ 145116/02-02-2011 και η τροποποίηση της με την ΚΥΑ 191002/2013 (ΦΕΚΒ'354/2011) ορίζει το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά την επεξεργασία και την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων. Σύμφωνα με την ΚΥΑ τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα δύναται να αξιοποιηθούν για:

- i. άρδευση,
- ii. ενίσχυση υπογείων υδάτων,
- iii. βιομηχανική χρήση,
- iv. αστική χρήση.

Επιπλέον, θεσπίστηκαν τα όρια μικροβιολογικών και άλλων παραμέτρων για την εκάστοτε μέθοδο επαναχρησιμοποίησης και ο ελάχιστος βαθμός επεξεργασίας υγρών αποβλήτων όπως η δευτεροβάθμια επεξεργασία και η απολύμανση και τέλος η συχνότητα με την οποία θα πρέπει να λαμβάνονται τα δείγματα νερού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.0 Βιομηχανίες παραγωγής ζωικών προϊόντων

Οι βιομηχανίες επεξεργασίας και παραγωγής ζωικών προϊόντων δραστηριοποιούνται στον τομέα επεξεργασίας και τη μετατροπής των πρωτογενών ζωικών προϊόντων σε τελικά προϊόντα που καταναλώνονται από τον άνθρωπο. Ορισμένες από τις βιομηχανίες επεξεργασίας και παραγωγής ζωικών προϊόντων περιλαμβάνουν τη βιομηχανία παραγωγής και επεξεργασίας κρέατος και παρασκευασμάτων κρέατος, τη βιομηχανία παραγωγής γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων όπως γιαούρτι, τυρί, βούτυρο και παγωτό, βιομηχανίες επεξεργασίας αλιευμάτων, αυγών κλπ.

Οι βιομηχανίες παραγωγής ζωικών προϊόντων έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον λόγω των απαιτήσεων για νερό και ενέργεια, των αυξημένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την εξάντληση πόρων καθώς η παραγωγή αυτών των προϊόντων απαιτεί πολλά ενεργειακά και φυσικά αποθέματα. Επιπλέον, οι μεγάλες εκτάσεις γης που χρησιμοποιούνται για την εκτροφή ζώων και την παραγωγή ζωικών προϊόντων μπορεί να οδηγήσουν στην απώλεια βιοποικιλότητας και την καταστροφή φυσικών οικοσυστημάτων.

Τα ζωικά υποπροϊόντα που παράγονται από βιομηχανίες παραγωγής ζωικών προϊόντων, αποτελούν προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, επομένως δύναται να αποτελέσουν πηγή κινδύνων για τη δημόσια υγεία, το περιβάλλον και την υγεία των ζώων. Κύριες πηγές παραγωγής ζωικών υποπροϊόντων είναι τα σφαγεία ζώων για παραγωγή κρέατος, οι μονάδες παραγωγής κρέατος – παρασκευασμάτων κρέατος – προϊόντων με βάση το κρέας, οι μονάδες επεξεργασίας γάλακτος (π.χ. τυροκομεία κ.λπ.) καθώς και τα πτώματα ζώων που προκύπτουν μετά από λήψη μέτρων πρόληψης ελέγχου ασθενειών από τις Διευθύνσεις Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής.

Η ορθή διαχείριση αποβλήτων από τις βιομηχανίες παραγωγής ζωικών προϊόντων αποτελεί ζήτημα μείζονος σημασίας, καθώς ελλοχεύουν κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Οι διατροφικές κρίσεις που ξέσπασαν τα περασμένα χρόνια απέδειξαν πόσο σημαντική είναι η ελεγχόμενη και ορθή διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων, καθώς οι ακατάλληλοι χειρισμοί είχαν συνέπειες στην εξάπλωση των ασθενειών, τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων.

Κυριότερες διατροφικές κρίσεις:

- Σπογγώδους Εγκεφαλοπάθεια των Βοοειδών (2001)
- Αφθώδους Πυρετού (2001)
- Πανώλη των Χοίρων (2000)
- η ύπαρξη Διοξινών σε ποσότητες ζωοτροφών (1999)

Συνεπώς, για λόγους προστασίας της δημόσιας υγείας, της βιοποικιλότητας, του περιβάλλοντος αλλά και των ζώων, θα πρέπει όλες οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις να διασφαλίζουν την ορθή διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων τα οποία θα οδηγούνται με ασφαλή τρόπο προς απόρριψη είτε θα επεξεργάζονται με σκοπό τη χρήση τους για την παραγωγή άλλων προϊόντων.

Τα βιολογικά απόβλητα που προκύπτουν, όπως για παράδειγμα οστά και δέρματα ζώων, η ιλύς λυμάτων και τα απόβλητα μονάδων παραγωγής τροφίμων, αλλά και η κοπριά των ζώντων ζώων κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό αποβλήτων και αποτελούν μια από τις σημαντικότερες πηγές για την παραγωγή βιοαερίου και την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση του φωσφόρου, του καλίου και του αζώτου (<http://www.agroenergy.gr>).

3.1 Παραδείγματα βιομηχανιών επεξεργασίας και παραγωγής ζωικών προϊόντων

3.2 Μονάδες επεξεργασίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων

Η αύξηση της ζήτησης σε παγκόσμιο επίπεδο για παραγωγή γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων έχει οδηγήσει στην τεράστια ανάπτυξη των γαλακτοβιομηχανιών. Η βιομηχανία παραγωγής γάλακτος είναι ένας σημαντικός τομέας της παγκόσμιας βιομηχανίας τροφίμων και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις γεωργικές οικονομίες πολλών χωρών. Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν βασική τροφή για πολλούς ανθρώπους σε όλο τον κόσμο και καταναλώνονται σε διάφορες μορφές, όπως το γάλα, το τυρί, το γιαούρτι και το βούτυρο. Η παραγωγή των προϊόντων γαλακτοβιομηχανίας δημιουργεί με τη σειρά της μια από τις μεγαλύτερες παραγωγές υγρών αποβλήτων σε επίπεδο βιομηχανιών επεξεργασίας ζωικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των οργανικών αποβλήτων, των υγρών αποβλήτων και των αποβλήτων συσκευασίας (Ahmada et al., 2019).

Κατά την επεξεργασία των γαλακτοκομικών προϊόντων παράγεται μεγάλη ποσότητα αποβλήτων. Η βιομηχανία γάλακτος παράγει διάφορα είδη αποβλήτων κατά τη διάρκεια των εργασιών παραγωγής και επεξεργασίας. Τα απόβλητα αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν τόσο στερεά όσο και υγρά υλικά και μπορεί να περιέχουν θρεπτικά συστατικά, οργανική ύλη και άλλες ουσίες που μπορεί να έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις εάν δεν διαχειριστούν με ορθό τρόπο. Οι βιομηχανίες γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, παράγουν περίπου 6 με 10 λίτρα υγρών αποβλήτων ανά ένα λίτρο επεξεργασμένου γάλακτος. Τα απόβλητα αυτά διακρίνονται από υψηλά επίπεδα BOD ($40.000-48.000 \text{ mg L}^{-1}$) αλλά και COD ($80.000-95.000 \text{ mg L}^{-1}$) ενώ το pH κυμαίνεται από 4,7 έως 11.

Η απόκλιση στις τιμές pH σχετίζεται με το γεγονός ότι το νερό που χρησιμοποιείται κατά τον καθαρισμό δύναται να περιέχει διαφορετικούς παράγοντες αποστείρωσης καθώς και ποσότητες όξινων ή και αλκαλικών απορρυπαντικών ανάλογα με το πλάνο καθαρισμού που εφαρμόζει η εκάστοτε βιομηχανική μονάδα. Επιπλέον, τα υγρά απόβλητα των μονάδων παραγωγής γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό αιωρούμενα στερεά που κυμαίνονται από 100 έως 1000mg ανά λίτρο, υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο σε ποσοστό περίπου 6% του επιπέδου του BOD, φώσφορο (*από 10 έως 100 mg L⁻¹*) καθώς και λίπη και έλαια (Ahmada et al., 2019).

Τα οργανικά απόβλητα παράγονται από τις διαδικασίες επεξεργασίας του γάλακτος, όπως η τυροκόμηση και η παραγωγή γιαουρτιού. Τα απόβλητα αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν τον ορό γάλακτος, ο οποίος είναι υποπροϊόν της τυροκόμησης, και άλλα στερεά και λίπη γάλακτος που διαχωρίζονται από το γάλα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Αυτά τα απόβλητα μπορεί να έχουν υψηλά επίπεδα οργανικής ύλης και θρεπτικών συστατικών, γεγονός που μπορεί να τα καταστήσει πιθανή πηγή ρύπανσης εάν δεν γίνεται σωστή διαχείριση.

Σε ετήσια βάση, γαλακτοκομικά απόβλητα περίπου 4-11 εκατομμυρίων τόνων καταλήγουν στο περιβάλλον, αποτελώντας κίνδυνο μείζονος σημασίας για τη βιοποικιλότητα. Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που προκαλεί η απόρριψη ακατέργαστων λυμάτων απευθείας στο περιβάλλον είναι η εξάντληση του διαλυμένου οξυγόνου. Σε περιπτώσεις που τα απόβλητα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λίπη και έλαια, δημιουργείται ο σχηματισμός φίλμ στην επιφάνεια των υδάτων που γίνεται η απόρριψη, έχοντας ως αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της μεταφοράς οξυγόνου, όπου με τη σειρά της προκαλεί αντίξοες συνθήκες διαβίωσης για τους υδρόβιους οργανισμούς (Ahmada et al., 2019).

Τα λύματα που προέρχονται από γαλακτοβιομηχανίες περιέχουν αιωρούμενα και διαλυμένα στερεά, λακτόζη, θρεπτικά συστατικά, λίπη, οργανικά συστατικά, θειικά άλατα, χλωριούχα και συνήθως χαρακτηρίζονται από υψηλό BOD και COD. Οι συνηθέστερες μέθοδοι επεξεργασίας είναι φυσικοχημικές και βιολογικές μέθοδοι. Οι βιολογικές μέθοδοι είναι προτιμητέες λόγω του χαμηλότερου κόστους επεξεργασίας. Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα δύναται να αξιοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή άλλων βιομηχανικών προϊόντων ή για παραγωγή ενέργειας (Ahmada et al., 2019).

3.3 Μέθοδοι αξιοποίησης αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων

Τα απόβλητα γαλακτοβιομηχανιών όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, περιέχουν υψηλό ποσοστό σε BOD και COD. Το BOD σε μη επεξεργασμένα λύματα κυμαίνεται περίπου από 0,8 έως 2,5 kg ανά τόνο γάλακτος, ενώ το επίπεδο COD είναι τις περισσότερες φορές 1,5 φορές το επίπεδο του BOD. Τα συνολικά αιωρούμενα στερεά κυμαίνονται από 100 έως 1000 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο γάλακτος ενώ υπάρχει επιπλέον άζωτο και φώσφορος. Τα ανωτέρω έχουν ως αποτέλεσμα την επιτακτική ανάγκη για την επεξεργασία των λυμάτων με στόχο τη βιώσιμη αξιοποίησή τους (Ahmada et al, 2019).

Φυσικοχημική Μέθοδος Επεξεργασίας

Η καταστροφή και η μείωση του ποσοστού και των πρωτεϊνικών κολλοειδών στα υγρά απόβλητα του γάλακτος μπορεί να επιτευχθεί με φυσικοχημικές επεξεργασίες. Ένα από τα σημαντικότερα στάδια φυσικοχημικής επεξεργασίας είναι η διαδικασία της κροκίδωσης, η οποία βοηθά στη μείωση των αιωρούμενων κολλοειδών που ευθύνονται για τη θολότητα του νερού ενώ επίσης βοηθά και στη μείωση των οργανικών ουσιών που ευθύνονται για την παρουσία COD και BOD. Η προσθήκη κροκιδωτικού έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό κροκίδων, με αποτέλεσμα την επίπλευση ή την καθίζησή τους (Ahmada et al, 2019).

Βιολογική Μέθοδος Επεξεργασίας

Η βιολογική επεξεργασία στα υγρά απόβλητα του γάλακτος θεωρείται η πιο αποτελεσματική μέθοδος επεξεργασίας και περιλαμβάνει διαδικασίες φίλτρανσης, αεριζόμενες δεξαμενές, δεξαμενές ενεργού ιλύος, μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης (Upflow anaerobic sludge blanket UASB), αντιδραστήρες εναλλασσόμενης λειτουργίας (Sequence Batch Reactor: SBR) κ.λπ.. Για την επεξεργασία λυμάτων γαλακτοβιομηχανίας, προτιμάται ο αντιδραστήρας εναλλασσόμενης λειτουργίας (SBR) λόγω των διαφορετικών δυνατοτήτων φόρτωσης και της ευελιξίας των εκροών (Ahmada et al, 2019).

3.3.1 Παραγωγή βιολιπάσματος

Η ιλύς που παράγεται από την επεξεργασία λυμάτων γαλακτοβιομηχανίας διαπιστώθηκε ότι λειτουργεί αποτελεσματικά ως βιολίπασμα. Η γαλακτοβιομηχανία μπορεί δυνητικά να αποτελέσει πηγή βιολογικών λιπασμάτων μέσω της χρήσης υποπροϊόντων από τις διαδικασίες επεξεργασίας γάλακτος. Μια πιθανή πηγή βιολογικών λιπασμάτων στη βιομηχανία γάλακτος είναι ο ορός γάλακτος, που αποτελεί υποπροϊόν της παραγωγής τυριού. Η διαδικασία παραγωγής βιολιπάσματος από απόβλητα της γαλακτοβιομηχανίας περιλαμβάνει τη μετατροπή της οργανικής ύλης και των θρεπτικών συστατικών του ορού γάλακτος ή της κοπριάς σε ένα σταθερό, πλούσιο σε μικρόβια προϊόν που μπορεί να εφαρμοστεί στις καλλιέργειες. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει συνήθως την προσθήκη ωφέλιμων μικροοργανισμών στα απόβλητα και τη δυνατότητα τους να διασπάσουν την οργανική ύλη και να απελευθερώσουν θρεπτικά συστατικά σε μορφή που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα φυτά. Ο ορός γάλακτος περιέχει υψηλά επίπεδα οργανικής ύλης, θρεπτικά συστατικά όπως άζωτο, φώσφορο και κάλιο, καθώς και βακτήρια που μπορούν να προωθήσουν την ανάπτυξη των φυτών. Οι μικροοργανισμοί που εμπεριέχονται στο βιολίπασμα βοηθούν στην αποκατάσταση του φυσικού κύκλου των θρεπτικών συστατικών του εδάφους καθώς επίσης και στην αποδόμηση της οργανικής ύλης του εδάφους. Τα βιολογικά λιπάσματα είναι φυσικά λιπάσματα που περιέχουν ζωντανούς μικροοργανισμούς που μπορούν να ενισχύσουν την ανάπτυξη των φυτών και τη γονιμότητα του εδάφους. Επιπλέον, η χρήση βιολογικών λιπασμάτων μπορεί να μειώσει την ανάγκη για συνθετικά λιπάσματα, τα οποία ενδέχεται να έχουν αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις εάν δεν γίνεται σωστή διαχείριση και εφαρμογή. Συνολικά, η παραγωγή βιολογικών λιπασμάτων από απόβλητα της γαλακτοβιομηχανίας είναι ένας βιώσιμος και οικονομικά αποδοτικός τρόπος για τη διαχείριση των αποβλήτων και την ενίσχυση της φυτικής παραγωγής. Μπορεί να συμβάλει στην προώθηση βιώσιμων γεωργικών πρακτικών και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της γαλακτοβιομηχανίας (Ahmada et al, 2019).

3.3.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Τα απόβλητα που παράγονται από τη βιομηχανία γάλακτος δύναται να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες μεθόδους, όπως η αναερόβια χώνευση, η καύση και η αξιοποίηση των σακχαρομυκήτων. Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει τη διάσπαση της οργανικής ύλης, όπως τα απόβλητα της γαλακτοβιομηχανίας, από μικροοργανισμούς απουσία οξυγόνου. Κατά τη διαδικασία χώνευσης παράγεται βιοαέριο, το οποίο είναι ένα μείγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την καύση του σε μηχανή εσωτερικής καύσης. Η καύση των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει την καύση οργανικής ύλης, όπως τα απόβλητα της γαλακτοβιομηχανίας, για την παραγωγή θερμότητας, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού. Ο ατμός χρησιμοποιείται για την κίνηση ενός στροβίλου, ο οποίος με τη σειρά του παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Μελέτες αναφέρονται στην ανάπτυξη εναλλακτικών και ανανεώσιμων πηγών ηλεκτρικής ενέργειας όπως η μικροβιακή τεχνολογία κυψελών καυσίμου, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί από τα γαλακτοκομικά απόβλητα. Οι σακχαρομύκητες είναι σε θέση να χρησιμοποιούν τη ζάχαρη που υπάρχει στον ορό γάλακτος και να παράγουν σταθερή τάση για δύο ημέρες, ενέργεια 470 μA και μέγιστο ρεύμα 50 μW . Ένας άλλος τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να παραχθεί από τα λιπαρά απόβλητα που παράγονται από τη διαδικασία επίπλευσης σε δεξαμενές συγκέντρωσης υγρών αποβλήτων γαλακτοβιομηχανιών.

Η χρήση των αποβλήτων της γαλακτοβιομηχανίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη. Μπορεί να μειώσει την ποσότητα των απορριμμάτων που πρέπει να απορριφθούν, ενώ παράλληλα παρέχει μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Μπορεί επίσης να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αντικαθιστώντας τα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, μπορεί να αποτελέσει μια πρόσθετη πηγή εσόδων για τους παραγωγούς γάλακτος με την πώληση της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας στο δημόσιο δίκτυο ή σε ιδιωτικές εταιρίες ενέργειας (Ahmada et al, 2019).

3.4 Μονάδες επεξεργασίας κρέατος οπληφόρων και πουλερικών

Η βιομηχανία κρέατος αποτελεί έναν από τους κύριους παραγωγούς οργανικών αποβλήτων. Το μεγαλύτερο ποσοστό αποβλήτων στη βιομηχανία κρέατος παράγεται κατά τη διάρκεια της σφαγής, και ο όγκος των αποβλήτων είναι ανάλογος του ζώου που επρόκειτο να σφαχτεί. Τα απόβλητα από τη βιομηχανία κρέατος περιέχουν πληθώρα οργανικών ενώσεων, με αποτέλεσμα να δυσκολεύει σημαντικά ο τρόπος με τον οποίο θα πρέπει να γίνει η διαχείριση τους. Τα υποπροϊόντα που παράγουν οι μονάδες επεξεργασίας κρέατος π.χ. αίμα, οστά, υπολείμματα κρέατος, δέρμα, κλπ, θα πρέπει να διαχειρίζονται σύμφωνα με τα οριζόμενα στη Νομοθεσία (*Ευρωπαϊκός Κανονισμός 1069/2009*), με σκοπό την ασφαλή διάθεση τους στο περιβάλλον ή την επαναξιοποίηση τους.

Για παράδειγμα, οι χημικές ιδιότητες των αποβλήτων από τα σφαγεία είναι παρόμοιες με των αστικών αποβλήτων, αλλά τα λύματα των σφαγείων έχουν υψηλή συγκέντρωση με διαλυτή περιεκτικότητα 45% και οργανικό εναιώρημα 55%. Τα λύματα των σφαγείων περιέχουν επίσης υψηλές συγκεντρώσεις σε COD περίπου 375.000 mg/L οξυγόνο αλλά και BOD, οργανικό άνθρακα, ολικό άζωτο, ολικά αιωρούμενα στερεά και συνολικό φώσφορο. Τα χαρακτηριστικά των λυμάτων του σφαγείου βοοειδών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 (Mofijur et al., 2021).

Parameters	Ranges
pH	6.50–7.28
COD	5577–13860
TOC	862–5300
TS	4558–27390
TSS	1462–7267
TVS	1310–18800
BOD	2300–10172.50
TN	156–1520
P	25.50–42.80
VFA (Acetic acid)	1100–1780
VFA (Propionic acid)	780
VFA (Butyric acid)	620
K	0.04
Pb	34.3
Turbidity	130–275
Total Sulfide	28.86–1496
Protein	202.94

TOC: Total Organic Carbon; TS: Total Solid; TSS: Total Suspended Solid; TVS: Total Volatile Solids; BOD: Biological Oxygen Demand; TN: Total Nitrogen; P: Phosphorus; VFA: Volatile Fatty Acids; NA- Not Available.

Πίνακας 2: Ιδιότητες των λυμάτων της βιομηχανίας επεξεργασίας κρέατος (Mofijur et al., 2021)

3.5 Μέθοδοι αξιοποίησης αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας κρέατος

Η βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων από τις βιομηχανίες κρέατος περιλαμβάνει την υιοθέτηση πρακτικών που ελαχιστοποιούν την παραγωγή αποβλήτων, προωθούν την αποδοτικότητα των πόρων και μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η αξιοποίηση των υποπροϊόντων κρέατος είναι ζωτικής σημασίας για τη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων. Τα υποπροϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας, όπως τροφές για ζώα συντροφιάς, ζωοτροφές ή για την παραγωγή συστατικών όπως το κολλαγόνο ή η ζελατίνη, την παραγωγή ενέργειας κλπ. Η προώθηση της αξιοποίησης αυτών των υποπροϊόντων συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και στην εξαγωγή πρόσθετης αξίας από τη διαδικασία παραγωγής κρέατος.

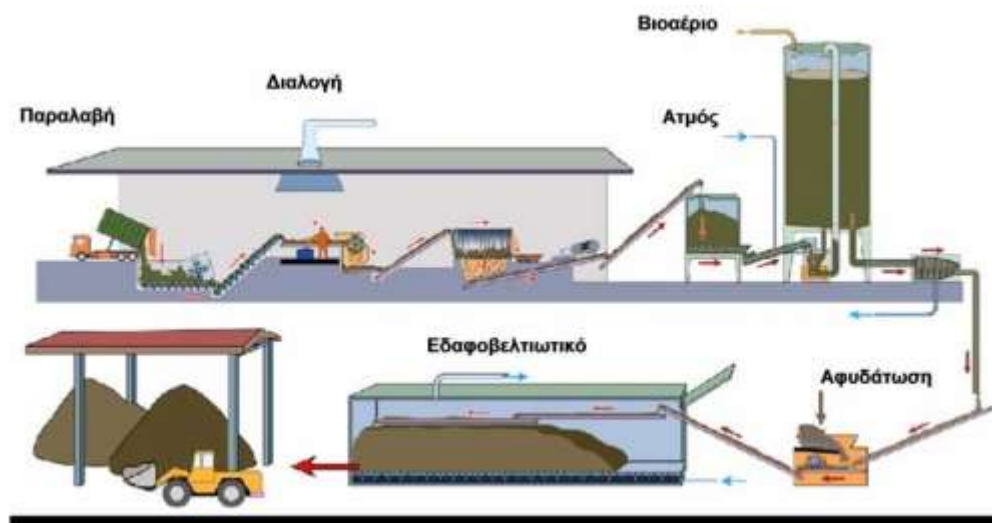
3.5.1 Παραγωγή βιοαερίου

Η παραγωγή βιοαερίου είναι ένας βιώσιμος και οικονομικά αποδοτικός τρόπος διαχείρισης των αποβλήτων που παράγονται από τη βιομηχανία κρέατος. Η οργανική ύλη στα απόβλητα της βιομηχανίας κρέατος, όπως η κοπριά και τα απόβλητα σφαγείων, μπορεί να μετατραπεί σε βιοαέριο μέσω αναερόβιας χώνευσης. Το βιοαέριο αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δύναται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας και έχει χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, η παραγωγή βιοαερίου από τα απόβλητα της βιομηχανίας κρέατος μπορεί να συμβάλει στη μείωση των οσμών και των παθογόνων μικροοργανισμών που σχετίζονται με την αποθήκευση και τη διάθεση των αποβλήτων. Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης καταστρέφει τους παθογόνους μικροοργανισμούς και μειώνει την ποσότητα των δύσοσμων ενώσεων, γεγονός που μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις γύρω περιοχές. Συνολικά, η παραγωγή βιοαερίου από τα απόβλητα της βιομηχανίας κρέατος είναι ένας βιώσιμος και οικονομικά αποδοτικός τρόπος διαχείρισης των αποβλήτων και προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μπορεί να συμβάλει στη μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου της βιομηχανίας κρέατος, παρέχοντας παράλληλα οικονομικά οφέλη στους παραγωγούς κρέατος. Συνολικά, η παραγωγή βιοαερίου από τα απόβλητα που παράγονται από τη βιομηχανία κρέατος είναι ένας βιώσιμος και οικονομικά αποδοτικός τρόπος διαχείρισης των αποβλήτων, ενώ παράλληλα παράγει ανανεώσιμη ενέργεια. Μπορεί να συμβάλει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της βιομηχανίας κρέατος και στην προώθηση της κυκλικής οικονομίας.

Το βιοαέριο παράγεται μετά από την αναερόβια χώνευση αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας κρέατος (εικόνα 2). Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαερίου, ελέγχεται σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 1069/2009 ως προς το οργανικό φορτίο που φέρει, ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί το χωνεμένο υπόλειμμα του βιο-αντιδραστήρα ως λίπασμα (<http://www.agroenergy.gr>).

Το βιοαέριο αποτελείται στο μεγαλύτερο ποσοστό (55%-75%) από μεθάνιο, ενώ η θερμογόνος δύναμη του κυμαίνεται από 5,5 έως 7,0 kWh/m³. Η χρήση του βιοαερίου μπορεί να γίνει σε καυστήρες αερίου με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, ενώ μπορεί να αξιοποιηθεί και ως καύσιμο μεταφορών μετά από επεξεργασία. (<http://www.agroenergy.gr>)

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, έχει βρεθεί ότι η κοπριά βοοειδών έχει τη πιο κοντά, μεγαλύτερη δυνατότητα παραγωγής βιοαερίου, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η κοπριά πουλερικών. Τα ποσοστά μεθανίου που εμπεριέχονται στο βιοαέριο που προέρχεται από τη κοπριά ζωικής προέλευσης, ποικίλλουν ανάλογα με την πηγή από την οποία προέρχεται η κοπριά. Το βιοαέριο που παράγεται από την κοπριά βοοειδών έχει βρεθεί ότι αποτελείται από 50-70% μεθάνιο. Επιπλέον, από την κοπριά αιγοπροβάτων εκτιμάται ότι η περιεκτικότητα σε μεθάνιο κυμαίνεται σε ποσοστό 40% και 50%, ενώ από την κοπριά πουλερικών το ποσοστό σε μεθάνιο κυμαίνεται από 50-70% μεθάνιο (Mofijur et al., 2021).



Εικόνα 2: Γραμμή παραγωγικής μονάδας βιοαερίου. (<http://www.agroenergy.gr>)

Οι τελευταίες μελέτες δείχνουν ότι το βιοαέριο βοηθά σε σημαντική μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από τα μέσα μεταφοράς, τα οποία κατέχουν το 25% των συνολικών εκπομπών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Ευρώπη αποτελεί τον μεγαλύτερο παραγωγό βιοαερίου και βιομεθανίου στον κόσμο και πλέον αποτελεί ζήτημα μείζονος σημασίας η αύξηση της ζήτησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως το 2030 με σκοπό την επίτευξη των κλιματικών στόχων το 2050 (M. Prussi, et al, 2020, JRC Science for Policy: JEC Well-to Tank v5).

Πλεονεκτήματα χρήσης βιοαερίου

Η χρήση του βιοαερίου παρέχει σημαντικά περιβαλλοντικά αλλά και κοινωνικο-οικονομικά οφέλη. Ενδεικτικά παρατίθενται τα εξής:

- Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σε μια περίοδο που οι ορυκτές πηγές ενέργειας π.χ. λιγνίτης, πετρέλαιο, αποτελούν μείζον κίνδυνο για το περιβάλλον.
- Συμβάλει στους στόχους που έχει θέση η Ευρωπαϊκή Ένωση για τη μείωση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.
- Συμβάλει στη μείωση αποβλήτων και ταυτόχρονα στην επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση τους.
- Η χωνεμένη βιομάζα λειτουργεί ως εδαφοβελτιωτικό, το οποίο είναι πλούσιο σε κάλιο, φώσφορο και άζωτο, ενώ έχει υψηλή απόδοση λίπανσης λόγω της ομοιογένειας του και του υψηλού ποσοστού θρεπτικών συστατικών (<http://www.agroenergy.gr>).

Μελετητές έχουν εκτιμήσει ότι η τοπική οικονομία, το περιβάλλον αλλά και οι κάτοικοι μιας περιοχής στην οποία θα εγκατασταθεί μονάδα παραγωγής βιοαερίου επωφελούνται σημαντικά. Στο πεδίο της μελέτης τους εγκαταστάθηκε μια πιλοτική μονάδα παραγωγής βιοαερίου δύο σταδίων το ένα για την αξιοποίηση των λυμάτων ενός σφαγείου της περιοχής και το άλλο για την επεξεργασία βιολογικών αποβλήτων από τις κτηνοτροφικές μονάδες βοοειδών της περιοχής.

Σύμφωνα με τους Sinsuw et al., η μονάδα απέδωσε σημαντικά οφέλη στους αγρότες της περιοχής με τη μετατροπή της κοπριάς των βοοειδών τους σε βιώσιμη πηγή ενέργειας και εδαφοβελτιωτικού. Επιπλέον, το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιήθηκε ως καύσιμο μαγειρέματος και ως πηγή βιο-ηλεκτρικής ενέργειας για τις κατοικίες. Αποτέλεσμα των ανωτέρω ήταν η καλύτερη απόδοση των καλλιεργειών καθώς και η τόνωση της τοπικής οικονομίας (Sinsuw et al., 2021).

3.5.2 Παραγωγή κολλαγόνου

Για την απομόνωση του κολλαγόνου από ζωικούς ιστούς π.χ. τένοντες βοοειδών, χρησιμοποιούνται επί τω πλείστον οργανικά οξέα όπως για παράδειγμα το οξικό οξύ. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει χρήση υδροχλωρικού οξέος με μειωμένη αποδοτικότητα σε σχέση με τα οργανικά οξέα. Από τους τένοντες σφαγμένων βοοειδών, που αποτελούνται από καθαρό κολλαγόνο το οποίο μετά από επεξεργασία με ενζυματική υδρόλυση, οδηγεί στην παραγωγή υδρολύματος κολλαγόνου. Το υδρόλυμα που παράγεται χρησιμοποιείται στη βιομηχανία καλλυντικών σκευασμάτων ή στην παραγωγή δερματολογικών προϊόντων. Το πλεονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι ότι αξιοποιείται ένα προϊόν το οποίο δεν μπορεί εύκολα να επαναχρησιμοποιηθεί, ενώ το κόστος επεξεργασίας είναι σχετικά χαμηλό (Mokrejs et al., 2009).

Επιπλέον, το κολλαγόνο δύναται να απομονωθεί υπό τη μορφή ζελατίνης ακολουθώντας διαδικασίες θέρμανσης. Η ζελατίνη είναι μια ινώδης πρωτεΐνη που παράγεται από τη μετουσίωση του κολλαγόνου και χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας, όπως οι βιομηχανίες τροφίμων και οι φαρμακοβιομηχανίες. Η ποιότητα του κολλαγόνου και ομοίως και της παραγόμενης ζελατίνης εξαρτάται από το είδος και την ηλικία του ζώου που εξάγεται καθώς επίσης και από τον ιστό που προέρχεται (Mokrejs et al., 2009).

3.5.3 Αδρανοποίηση για την παραγωγή ζωοτροφών

Τα περισσότερα υποπροϊόντα υπόκεινται σε θερμική επεξεργασία σε μονάδες αδρανοποίησης ζωικών υποπροϊόντων (*rendering*). Η αδρανοποίηση είναι η διαδικασία επεξεργασίας ζωικών υποπροϊόντων κατά την οποία διαχωρίζεται μέσω διαδικασίας θέρμανσης, το στερεό κλάσμα-πρωτεΐνη από το υγρό κλάσμα-λίπος. Υπάρχουν δύο ευρέως γνωστά συστήματα αδρανοποίησης το ξηρό και το υγρό σύστημα. Με τη διαδικασία αυτή, τα ζωικά υποπροϊόντα αρχικά τεμαχίζονται σε μικρότερα τμήματα και στη συνέχεια θερμαίνονται υπό πίεση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή των μικροοργανισμών ενώ γίνεται και αποδόμηση των ιστών και πραγματοποιείται η μετατροπή τους σε ένα κοκκώδες υλικό (στερεό κλάσμα). Από τη διαδικασία αδρανοποίησης απομακρύνεται επίσης το νερό και διαχωρίζονται τα λίπη από τους ιστούς (υγρό κλάσμα), οι οποίοι αποτελούν πλούσια πηγή πρωτεϊνών (Σχήμα 1). Το πλούσιο σε πρωτεΐνες υλικό που προκύπτει μπορεί να πολτοποιηθεί και να αποτελέσει την Α΄ ύλη για την παραγωγή κρεατέλευρου και οστεάλευρου, τα οποία χάρη των συστατικών που περιέχουν αποτελούν τροφή πλούσια σε θερμιδική αξία για τη σίτιση οικόσιτων ζώων.



Σχήμα 1: Διαδικασία αδρανοποίησης Ζωικών Υποπροϊόντων

Όπως προκύπτει και από το Σχήμα 1, το μέσο με το οποίο αποδεσμεύεται το λίπος από τους ιστούς είναι η θερμότητα αλλά και η πίεση. Στην υγρή αδρανοποίηση η θερμότητα ρευστοποιεί το λίπος και διαχωρίζονται τα δύο κλάσματα, ενώ στην ξηρή αδρανοποίηση αυξάνεται η θερμοκρασία ώστε να επιτευχθεί εξάτμιση της υγρασίας. (<http://www.agroenergy.gr>)

Τα Ζωικά υποπροϊόντα μονάδων επεξεργασίας κρέατος δύναται μετά από επεξεργασία, και εφόσον ανήκουν στην Κατηγορία 3 (σ.σ. *Κατηγορίες Ζωικών Υποπροϊόντων*) να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ζωοτροφών.

Από την επεξεργασία πουλερικών το αίμα που μπορεί να προκύψει ως υποπροϊόν μπορεί με διαδικασία ξήρανσης, να οδηγήσει στην παραγωγή προϊόντος υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη σε ποσοστό 60–80%. Το παραγόμενο προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τροφή για

ιχθυρά αλλά και κατοικίδια ζώα. Επιπλέον τα πόδια των πουλερικών που περιέχουν πρωτεΐνη σε ποσοστό μεγαλύτερο του 16% ολική μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης στην παραγωγή ζωοτροφών μετά από κατάλληλη επεξεργασία (Hicks et al., 2016).

3.5.4. Παραγωγή θερμομονωτικών και ηχομονωτικών υλικών από φτερά πουλερικών

Τα φτερά πουλερικών και το μαλλί αιγοπροβάτων έχουν ιδιότητες οι οποίες παρέχουν εξαιρετική ηχομόνωση και θερμομόνωση σε συνδυασμό με τη χρήση πολυπροπυλενίου. Το απορρίμματα από την αποπτίλωση πουλερικών και την αποδερμάτωση αιγοπροβάτων διατίθενται σε μεγάλες ποσότητες και με χαμηλό κόστος, ενώ έχουν χαρακτηριστικά που τα καθιστούν ιδανικά για την ανάπτυξη σύνθετων υλικών για διάφορες εφαρμογές.

Η αξιοποίηση αυτών των πόρων για παραγωγή βιοσύνθετων υλικών, τα οποία αποτελούν σύνθετα πολυμερή τα οποία προκύπτουν από περισσότερα του ενός συστατικών βιολογικής προέλευσης, όχι μόνο συμβάλουν στη αξιοποίηση τους ώστε να μην οδηγηθούν προς καύση ή ταφή, αλλά χρησιμοποιούνται και ως φυσικός πόρος για την παραγωγή ηχομονωτικών και θερμομονωτικών υλικών. Το μεγαλύτερο ποσοστό σε παραγωγή βιοσύνθετων υλικών το κατέχει η Ευρώπη.

Σύμφωνα με τους Manikandan Pangoan et al., τα σύνθετα υλικά που περιείχαν 80% μαλλί αιγοπροβάτων είχαν χαμηλότερη αγωγιμότητα σε σύγκριση με εκείνα που περιείχαν 80% φτερά πουλερικών. Λόγω του μικρότερου μεγέθους τους, το μαλλί αιγοπροβάτων κατανέμεται καλύτερα μέσα στο συνθετικό υλικό σε σύγκριση με τα φτερά πουλερικών. Αυτό θα μειώσει τα κενά στο υλικό και ως εκ τούτου θα μειωθεί και η θερμική αγωγιμότητα. Παλαιότερες μελέτες αναφέρονται στην ανάπτυξη σύνθετων υλικών με χρήση φτερών ως φυσική ενίσχυση για πολυπροπυλένιο στην οποία η θερμική αγωγιμότητα βρέθηκε μεταξύ 0,058 και 0,083 W/mK. Η θερμική αγωγιμότητα από μαλλί προβάτου κυμαίνεται μεταξύ 0,035 και 0,045 W / mK. Αυτό καθιστά τη θερμική του απόδοση στα ίδια επίπεδα μόνωσης με αυτά του πετροβάμβακα (Pangoan et al., 2022).

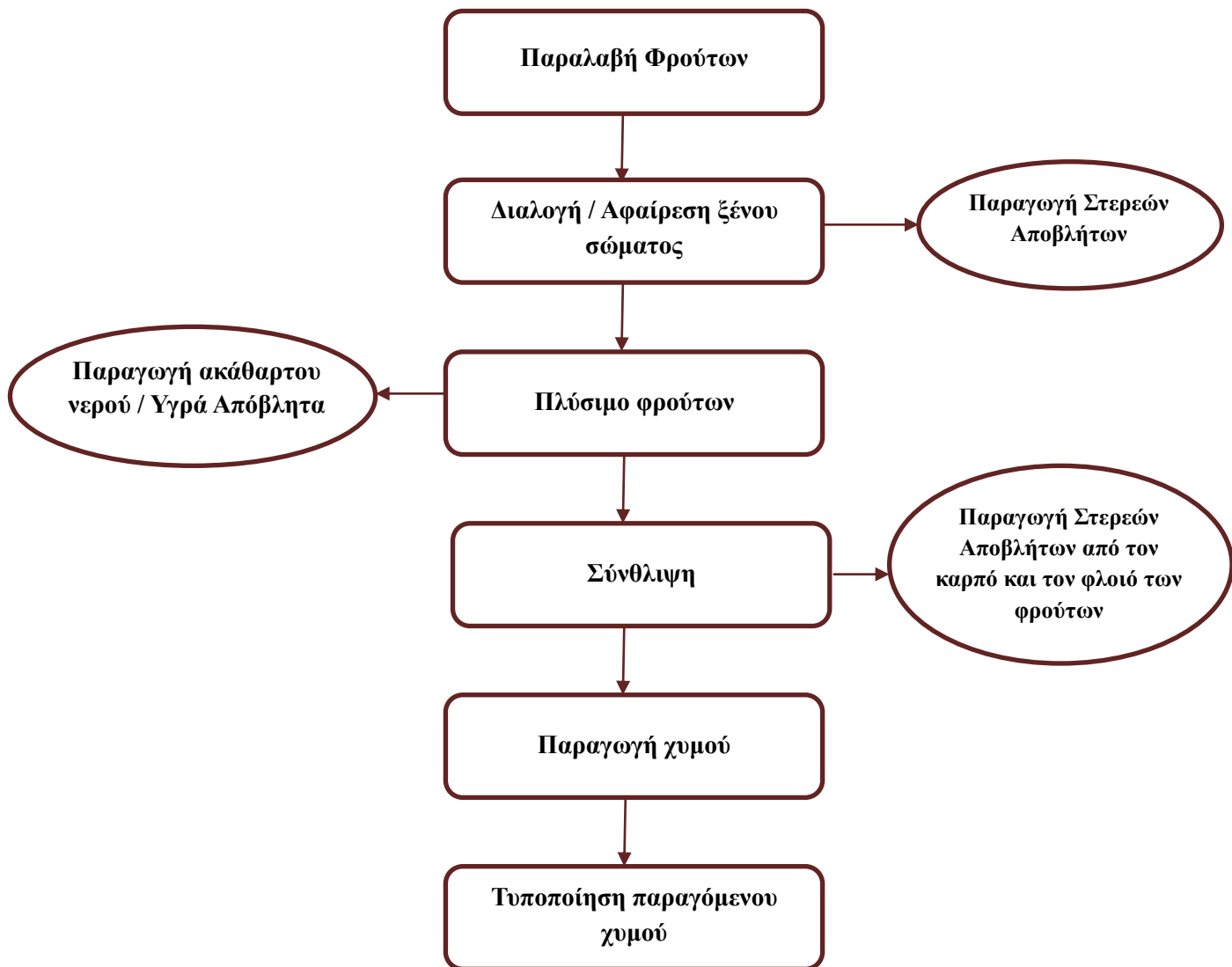
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.0 Βιομηχανίες παραγωγής φυτικών προϊόντων

Η βιομηχανία φρούτων και λαχανικών περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την καλλιέργεια, τη συγκομιδή, τη μεταποίηση, τη διανομή και τη λιανική πώληση νωπών και μεταποιημένων φρούτων και λαχανικών. Ο κλάδος αυτός συμβάλλει σημαντικά στην παγκόσμια οικονομία, παρέχοντας θέσεις εργασίας και τρόφιμα για εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, ο κλάδος των οπωροκηπευτικών αντιμετωπίζει επίσης προκλήσεις που σχετίζονται με τη σπατάλη τροφίμων και τη βιωσιμότητα. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών, περίπου το ένα τρίτο του συνόλου των τροφίμων που παράγονται για ανθρώπινη κατανάλωση χάνεται ή σπαταλιέται κάθε χρόνο.

Κάθε έτος, 1,3 δισεκατομμύρια τόνοι των παραγόμενων τροφίμων παγκοσμίως απορρίπτονται, με το 14% των απωλειών να πραγματοποιείται σε στάδιο πριν το εμπόριο όπως στη συγκομιδή. Τα πιο συνηθισμένα αίτια για αυτή τη σπατάλη και απόρριψη τροφίμων περιλαμβάνουν την καθυστέρηση ή και τη μη ορθή διαχείριση της συγκομιδής των φρούτων και λαχανικών, τις ακατάλληλες συνθήκες μεταφοράς ή/και αποθήκευσης τους, την επεξεργασία τους, την περιορισμένη διάρκεια ζωής τους κατά τη διάθεση τους προς πώληση καθώς και την αγορά από τους καταναλωτές μεγαλύτερης ποσότητας τροφίμων από αυτή που μπορούν να καταναλώσουν (FAO, 2019). Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, η βιομηχανία φρούτων και λαχανικών υιοθετεί βιώσιμες πρακτικές, όπως η μείωση των αποβλήτων τροφίμων, η προώθηση βιώσιμων γεωργικών πρακτικών και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Κατά κύριο λόγο τα απόβλητα από βιομηχανίες παραγωγής φυτικών προϊόντων όπως π.χ. μονάδες παραγωγής χυμών, περιλαμβάνουν απόβλητα από διεργασίες παραγωγής όπως είναι η μεταφορά, ο καθαρισμός, η αποφλοιώση, ο τεμαχισμός και η πολτοποίηση όπως ενδεικτικά παρουσιάζεται στο Σχήμα 2, ενώ δύναται να περιλαμβάνουν λοιπά ανεπιθύμητα στερεά τα οποία προέρχονται κατά κύριο λόγο από ανόργανα υλικά, όπως χώμα, πέτρες κλπ.



Σχήμα 2: Διαδικασία παραγωγής χυμού

4.1 Παραδείγματα βιομηχανιών επεξεργασίας και παραγωγής φυτικών προϊόντων

4.2 Μονάδες επεξεργασίας φρούτων

Τα απόβλητα από μονάδες επεξεργασίας φρούτων αφορούν επί τω πλείστον στερεά απόβλητα από τη διαδικασία παραγωγής και περιλαμβάνουν ανόργανα στερεά, όπως πέτρες, χώμα κλπ, αλλά και τμήματα από την πρώτη ύλη επεξεργασίας όπως πούλπα φρούτων, πυρήνες φρούτων, φλοιούς φρούτων και κλπ, καθώς και στερεά απόβλητα από υλικά συσκευασίας. Από τις παραπάνω διεργασίες παράγεται και μια σημαντική ποσότητα υγρών αποβλήτων λόγω της ανάγκης για εκτεταμένη χρήση νερού κατά την παραγωγή, με αποτέλεσμα τα υγρά απόβλητα να περιέχουν υψηλό οργανικό φορτίο και αιωρούμενα στερεά.

Λόγω του όγκου των μη βρώσιμων τμημάτων και της ευπαθούς φύσης των φρούτων, η περιβαλλοντική επιβάρυνση των μονάδων επεξεργασίας φρούτων αποτελεί σημαντικό βάρος για το περιβάλλον. Για παράδειγμα, ορισμένα φρούτα όπως η μπανάνα, τα εσπεριδοειδή και το καρπούζι παράγουν απόβλητα τροφίμων από 25 έως 57 εκατομμύρια τόνους ανά έτος. Τα απόβλητα αυτά, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό επιβαρυντικό παράγοντα για το περιβάλλον, προκαλώντας σοβαρά ζητήματα ρύπανσης όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη, καθώς επίσης και της ρύπανσης του εδάφους και των υδάτων. Παρόλα αυτά, τα απόβλητα αυτά μετά από κατάλληλη επεξεργασία μπορούν αξιοποιηθούν και να λειτουργήσουν ως ανανεώσιμος πόρος σε πλατφόρμες βιο-διυλιστηρίων, πρώτη ύλη για την παραγωγή ζωοτροφών και βιο-λίπασμα. Εκτός από αυτές τις χρήσεις, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση των αποβλήτων φρούτων στην παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας, όπως συμπληρώματα διατροφής, καλλυντικά και φυσικές χρωστικές ουσίες τροφίμων. Για παράδειγμα, τα εκχυλίσματα από φλούδες εσπεριδοειδών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή φυτικών χρωστικών και αρωμάτων τροφίμων, ενώ οι πυρήνες μήλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή διαιτητικών ινών (Leong, 2022).

4.3 Αξιοποίηση αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας φρούτων

4.3.1 Παραγωγή βιοκαυσίμου

Σε παγκόσμιο επίπεδο η παραγωγή βιοκαυσίμων έχει αυξηθεί σε αξιόλογο βαθμό από περίπου 187 χιλιάδες βαρέλια ισοδύναμου πετρελαίου ανά ημέρα σε 1.677.000 έως το 2020 με την προοπτική έως το 2024 το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς να αναμένεται να αγγίξει τα 18.098.000 βαρέλια. Τα απόβλητα από τη διαδικασία παραγωγής φρούτων δύναται να αξιοποιηθούν ως πρώτες ύλες για διαφορετικούς τύπους βιώσιμων και πράσινων πηγών ενέργειας, όπως το βιοαέριο και η βιοαιθανόλη. Επιπλέον, αρκετές μελέτες απέδειξαν ότι τα υπολείμματα φρούτων και λαχανικών, και συγκεκριμένα οι φλούδες που απορρίπτονται, αποτελούν πλούσια πηγή βιοδραστικών ενώσεων, όπως τα αντιοξειδωτικά, τα αιθέρια έλαια, και οι χρωστικές ουσίες οι οποίες μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως φυσικοί πόροι χαμηλού κόστους στις βιομηχανίες καλλυντικών, τροφίμων αλλά και στη φαρμακοβιομηχανία (Yoong Kit Leong, 2022).

4.3.2 Κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση αποτελεί τη βιολογική αποσύνθεση των στερεών οργανικών υλικών σε ένα αερόβιο περιβάλλον, κατά την οποία τα βακτήρια, οι γαιοσκώληκες και άλλοι μικροοργανισμοί μετατρέπουν τα οργανικά στοιχεία σε ένα σταθερό και αξιοποιήσιμο οργανικό υπόστρωμα που ονομάζεται κομπόστ. Παγκοσμίως, τα απόβλητα μονάδων φυτικής παραγωγής επεξεργάζονται με τη μέθοδο της κομποστοποίησης, η οποία συμβάλει στη μείωση του όγκου των αποβλήτων που δημιουργούνται και στην αποδόμηση τοξικών οργανικών ουσιών. Επιπλέον, τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η μέθοδος της κομποστοποίησης βρέθηκε ότι μειώνει τις ποσότητες των οργανικών αποβλήτων που οδηγούνται σε Χ.Υ.ΤΑ., με αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών μεθανίου. Τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα που επεξεργάζονται από τη μέθοδο της κομποστοποίησης θα πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας ώστε να διασφαλίζεται ότι τα εδάφη στα οποία θα εναποτεθεί το κομπόστ, όχι μόνο θα προστατεύονται, αλλά θα ενισχύεται η γονιμότητα και η αποδοτικότητα τους. Σε περιπτώσεις που το κομπόστ παραχθεί από ρυπασμένα απόβλητα μπορεί τελικά να αποτελέσει ρυπογόνο παράγοντα για το έδαφος που θα τοποθετηθεί όπως για παράδειγμα την επιβάρυνση με πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB), πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονανθράκες (PAHs), ζιζανιοκτόνα, βαρέα μέταλλα και λοιπά αδρανή υλικά (Bernal et al., 2017).

4.3.3 Συμβατική κομποστοποίηση

Η συμβατική κομποστοποίηση αναφέρεται στη βιολογική αερόβια διαδικασία κατά την οποία γίνεται μετατροπή των οργανικών αποβλήτων από μικροοργανισμούς μέσω της διαδικασίας οξειδωσης, σε κόμποστ όταν συνυπάρχουν κατάλληλες συνθήκες αερισμού και υγρασίας.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η μειωμένη εκπομπή μεθανίου αλλά και χαμηλό κόστος επεξεργασίας. Τα απόβλητα από την παραγωγή προϊόντων φρούτων αποτελούν την ιδανικότερη πρώτη ύλη για την παραγωγή κομποστ καθώς περιέχουν υψηλό οργανικό φορτίο και υψηλή υγρασία. Η διαδικασία της κομποστοποίησης περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

■ Αποσύνθεση πρώτης ύλης, σε 3 επιμέρους φάσεις:

- i. τη μεσόφιλη η οποία διαρκεί από 1-3 μέρες, κατά την οποία βακτήρια και μύκητες αυξάνουν τη θερμοκρασία των αποβλήτων στους 40°C και μειώνουν την τιμή του pH),
- ii. τη θερμόφιλη, κατά την οποία η θερμοκρασία αυξάνεται στους 60°C, και αυξάνεται το pH, ενώ παράλληλα γίνεται και η αποσύνθεση συστατικών όπως έλαια, λίπη και κυτταρίνη,
- iii. και τέλος τη φάση ηρεμίας (*κρυοφιλικό στάδιο*) κατά την οποία γίνεται η αποσύνθεση των ανθεκτικότερων συστατικών που περιέχονται στην πρώτη ύλη όπως π.χ. το άμυλο και η αμυλούχες ενώσεις, Σε αυτή τη φάση η θερμοκρασία μειώνεται ενώ παράλληλα μειώνεται και η δράσης των μικροβίων.

- Ωρίμανση η οποία διαρκεί 4 εβδομάδες, κατά τη διάρκεια της οποίας τα συστατικά που βιοδιασπάστηκαν κατά τη φάση της αποσύνθεσης παίρνουν νέα μορφή και η μικροβιακή χλωρίδα σταθεροποιείται (Bernal et al., 2017).

4.3.4 Κομποστοποίηση με γαιοσκώληκες

Η κομποστοποίηση με γαιοσκώληκες και συγκεκριμένα με το είδος *Eisenia fetida* αποτελεί μια εναλλακτική μέθοδο διαδικασίας κομποστοποίησης που είναι γνωστή με τον όρο *vermicomposting*. Το είδος *Eisenia fetida* είναι ένα είδος γαιοσκώληκα το οποίο είναι ανθεκτικό σε υψηλά επίπεδα θερμοκρασίας και έχει αυξημένη ικανότητα αποδόμησης, λόγω της ικανότητάς του να καταναλώνει μεγάλες ποσότητες οργανικού υλικού και των υψηλών ρυθμών αναπαραγωγής του. Οι γαιοσκώληκες μπορούν να καταναλώσουν ένα ευρύ φάσμα οργανικών υλικών, όπως απόβλητα φρούτων και λαχανικών, καφέ αλλά και προϊόντα χαρτιού. Η διαδικασία λαμβάνει χώρα σε δύο φάσεις:

- την ενεργή φάση που ξεκινά με την αποδόμηση από τους γαιοσκώληκες *Eisenia fetida* αλλά και από μικροοργανισμούς.
- Και τη φάση ωρίμανσης που γίνεται μόνο από τους γαιοσκώληκες.

Βασική προϋπόθεση για την επίτευξη της διαδικασίας είναι:

- i. το Ph να είναι μεταξύ του 5 με 8,
- ii. και η υγρασία να βρίσκεται σε ποσοστό από 40% έως 55%.

Το παραγόμενο προϊόν της κομποστοποίησης αποτελεί εδαφοβελτιωτικό με εξαιρετικές ιδιοτήτων (*vermicompost*), με τους γαιοσκώληκες να εξακολουθούν να συνεισφέρουν και στο έδαφος που τοποθετείται το λίπασμα. Η συμβατική κομποστοποίηση απαιτεί μια ισορροπία υγρασίας και οξυγόνου για την υποστήριξη της ανάπτυξης των μικροοργανισμών, ενώ το *vermicompost* απαιτεί υψηλότερο επίπεδο υγρασίας και χαμηλότερο εύρος θερμοκρασίας 15-25°C για την υποστήριξη της ανάπτυξης και αναπαραγωγής των γαιοσκωλήκων. Σε σύγκριση με τη συμβατική διαδικασία είναι ταχύτερη, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις που οι δύο τεχνικές χρησιμοποιούνται συνδυαστικά (Garg et al., 2012).

Πλεονεκτήματα vermicompost

1. Ταχύτερη αποσύνθεση: Οι γαιοσκώληκες *Eisenia fetida* μπορούν να διασπάσουν τα οργανικά απόβλητα ταχύτερα από τους μικροοργανισμούς στην συμβατική κομποστοποίηση. Τα σκουλήκια καταναλώνουν και χωνεύουν τα οργανικά απόβλητα γρήγορα, παράγοντας κομπόστ σε μικρότερο χρονικό διάστημα.
2. Υψηλότερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά: Το vermicompost περιέχει υψηλότερα επίπεδα θρεπτικών συστατικών, όπως άζωτο, φώσφορο και κάλιο, σε σχέση με το συμβατικό κομπόστ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το πεπτικό σύστημα των σκουληκιών *Eisenia fetida* διασπά την οργανική ύλη σε μικρότερα σωματίδια που απορροφώνται ευκολότερα από τα φυτά.
3. Ενισχυμένη απόδοση στην ανάπτυξη των φυτών: Έχει αποδειχθεί ότι το vermicompost ενισχύει την ανάπτυξη των φυτών λόγω της υψηλότερης περιεκτικότητάς του σε θρεπτικά συστατικά και των ευεργετικών μικροοργανισμών. Έχει αποδειχθεί ότι τα φυτά που καλλιεργούνται σε vermicompost έχουν μεγαλύτερα φύλλα, ισχυρότερους μίσχους και υψηλότερες αποδόσεις.
4. Βελτίωση της δομής του εδάφους: Το vermicompost μπορεί να βελτιώσει τη δομή του εδάφους αυξάνοντας το πορώδες του εδάφους και την ικανότητα συγκράτησης νερού. Αυτό επιτρέπει καλύτερη αποστράγγιση και αερισμό, που μπορεί να βελτιώσει την υγεία του εδάφους και να μειώσει τη διάβρωση.
5. Μειωμένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου: Η παραγωγική διαδικασία του vermicompost παράγει λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την συμβατική κομποστοποίηση. Η διαδικασία αποσύνθεσης vermicompost είναι αερόβια, γεγονός που μειώνει την ποσότητα του μεθανίου που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.
6. Μειωμένη οσμή: Το vermicompost παράγει λιγότερες οσμές από την συμβατική κομποστοποίηση, καθιστώντας την πιο ελκυστική επιλογή για αστικές περιοχές ή για τοποθεσίες κοντά σε κατοικημένες περιοχές.

4.4 Μονάδες παραγωγής ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο παράγεται σε πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο, με τη συντριπτική πλειονότητα της παραγωγής να πραγματοποιείται στην περιοχή της Μεσογείου. Στην παγκόσμια κατάταξη παραγωγής ελαιόλαδου την πρώτη θέση καταλαμβάνει η Ισπανία. Η Ισπανία έχει διαθέσιμα πάνω από 300 εκατομμύρια καλλιεργήσιμα ελαιόδεντρα, τα οποία διατείνονται σε έκταση περίπου τα 5,2 εκατομμύρια στρεμμάτων τα οποία αποδίδουν κατά μέσο όρο 1.313.780 τόνους ελαιόλαδου ετησίως σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία της τελευταίας πενταετίας. Δεύτερη στην κατάταξη ελαιοπαραγωγής χώρα βρίσκεται η Ιταλία με μέση ετήσια παραγωγή ελαιολάδου 354.300 τόνων ετησίως. Τρίτη κατά σειρά βρίσκεται η Ελλάδα στην οποία παράγονται κατά μέσο όρο ετησίως 258.600 τόνοι ελαιόλαδου. Την πρώτη πεντάδα συμπληρώνουν η Τουρκία και η Τυνησία. Η παραγωγή ελαιολάδου αυξάνεται σταθερά με την πάροδο των ετών, με την παγκόσμια παραγωγή που ξεπέρασε τους 3,2 εκατομμύρια τόνους το 2020.

Η ζήτηση για ελαιόλαδο αυξάνεται σταθερά τα τελευταία χρόνια λόγω των πλεονεκτημάτων του για την υγεία και της ευελιξίας του στο μαγείρεμα. Το ελαιόλαδο είναι πλούσιο σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία σχετίζονται με μειωμένο κίνδυνο καρδιακών παθήσεων και άλλων χρόνιων ασθενειών. Είναι επίσης ένα δημοφιλές συστατικό της μεσογειακής κουζίνας και χρησιμοποιείται σε διάφορα πιάτα, όπως σαλάτες, ζυμαρικά κλπ.

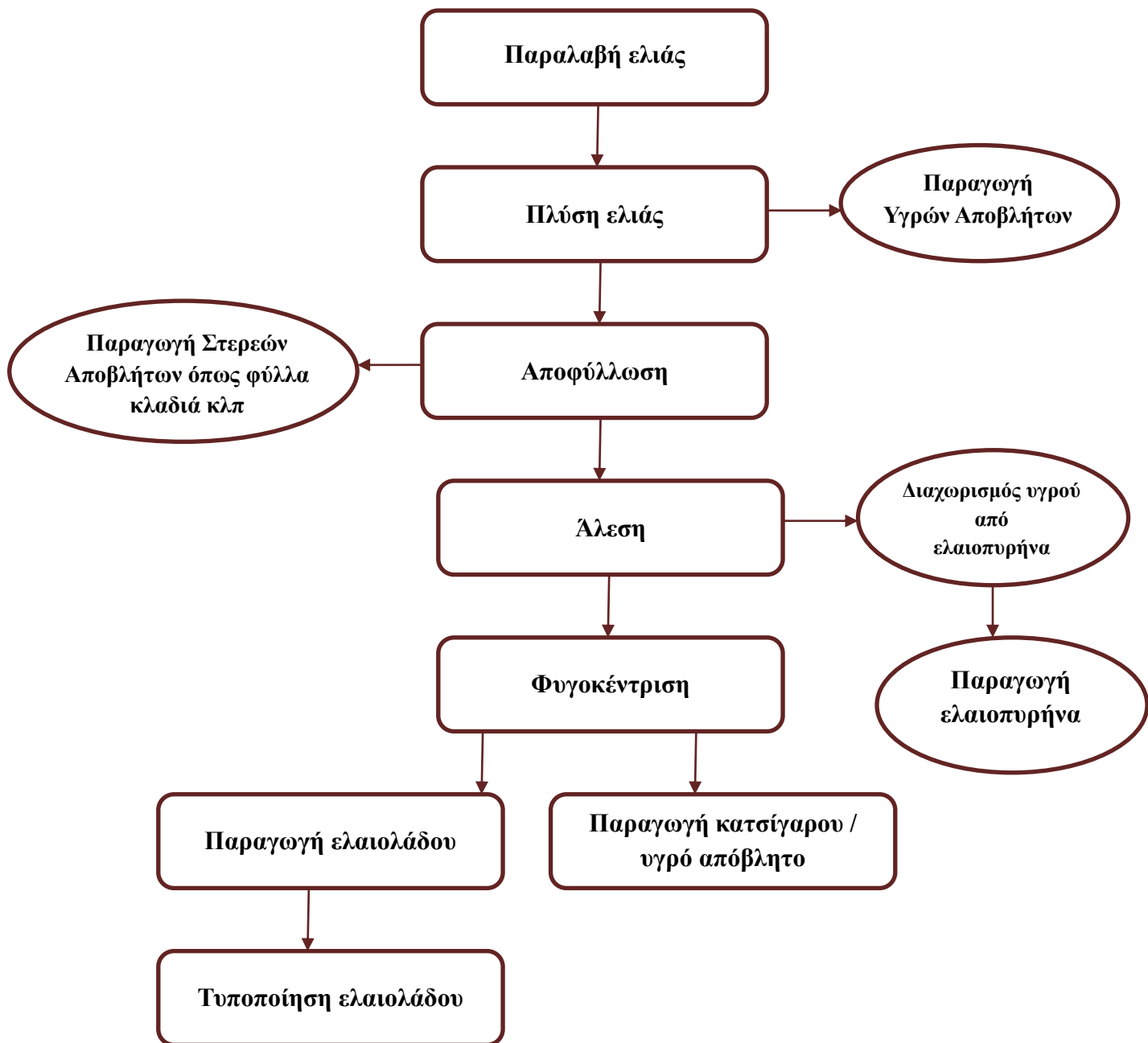
Παρά τη δημοτικότητά της, η βιομηχανία ελαιολάδου αντιμετωπίζει διάφορες προκλήσεις, όπως η κλιματική αλλαγή, οι ασθένειες των ελαιόδεντρων και ο ανταγωνισμός στην αγορά από άλλα φυτικά έλαια. Ωστόσο, καταβάλλονται προσπάθειες για τη βελτίωση της βιωσιμότητας και την αύξηση της αποδοτικότητας της παραγωγής μέσω της χρήσης σύγχρονων τεχνολογιών και βέλτιστων πρακτικών (International Olive Council).

Η βιομηχανία παραγωγής ελαιολάδου αποτελεί βασικό πυλώνα στην περιοχή της Μεσογείου από κοινωνικοοικονομική και πολιτιστική άποψη, αλλά ταυτοχρόνως παράγει διάφορους τύπους αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου, του ελαιοπυρήνα και των φύλλων ελιάς. Αυτά τα απόβλητα μπορούν να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον εάν δεν διαχειρίζονται σωστά, όπως τη ρύπανση των υδάτων, τη ρύπανση του εδάφους και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Τα απόβλητα της βιομηχανίας παραγωγής ελαιολάδου που παράγονται κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας όπως ενδεικτικά παρουσιάζεται στο Σχήμα 3, είναι ο ελαιοπυρήνας που αποτελείται από τα πολτοποιημένα συστατικά του ελαιόκαρπου και τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου τα οποία καλούνται στη διεθνή κοινότητα ως olive mill waste water (OMWW). Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων καθίσταται αρκετά δύσκολη καθώς ανευρίσκονται σε αυτά μεγάλες ποσότητες οργανικών συστατικών COD, BOD, λιπιδίων, πολυφαινόλων, κλπ όπως ενδεικτικά φαίνονται στον πίνακα 3.

pH	3 -5.9
COD	20.000 – 220.000 mg/L
BOD5	23.000 – 100.000 mg/L
Ολικά Στερεά	1000 - 103.000 mg/L
Γράσο και έλαια	1000 - 23.000 mg/L
Polyphenols	3000 – 80.000 mg/L
Πτητικά οργανικά οξέα	800 – 10.000 mg/L
Ολικό άζωτο	300 – 1.200 mg/L

Πίνακας 3: Ενδεικτικές τιμές ρυπαντικού φορτίου αποβλήτων ελαιοτριβείου (Ibrahimoglu et al, 2018)



Σχήμα 3: Διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου

4.5 Αξιοποίηση αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας ελαιολάδου

Μια προσέγγιση για τη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων ελαιολάδου είναι η χρήση τους για την παραγωγή ενέργειας. Τα υγρά απόβλητα, για παράδειγμα, μπορούν να επεξεργαστούν μέσω αναερόβιας χώνευσης για την παραγωγή βιοαερίου, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας. Ο ελαιοπυρήνας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

Μια άλλη προσέγγιση είναι η χρήση των αποβλήτων ελαιολάδου ως πηγή πολύτιμων ενώσεων. Για παράδειγμα, οι φαινολικές ενώσεις που εξάγονται από τον πυρήνα της ελιάς έχουν βρεθεί ότι έχουν αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία τροφίμων και στη φαρμακευτική βιομηχανία (Donner et al., 2022).

Οι ενδεικτικοί τύποι αποβλήτων που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία ελαιολάδου είναι οι εξής:

- Στερεό υπόλειμμα: το οποίο περιλαμβάνει τον ελαιοπυρήνα, τον πολτό, πέτρες και φλούδες ελαιόκαρπου.
- Υγρό υπόλειμμα: Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου (OMW): το οποίο περιλαμβάνει το νερό που χρησιμοποιείται στη διαδικασία παραγωγής (πλύση καρπού, εξοπλισμού κλπ)
- Κατσίγαρος

Ένα ελαιοτριβείο μέσου μεγέθους παραλαμβάνει 10-20 τόνους ελιές ημερησίως, ενώ παράγονται 0,5 και 1,5 m³ υγρών αποβλήτων ανά έναν τόνο ελιάς.

Από την άλλη πλευρά, το παραγόμενο ελαιόλαδο αποτελεί μόνο το 20% της μάζας μιας ελιάς, και το υπόλοιπο 80% αποτελεί απόβλητο. Επομένως, 100 kg ελιάς αποδίδουν κατά μέσο όρο 20 kg ελαιολάδου ανεξαρτήτως της μεθόδου εκχύλισης που εφαρμόζεται (Donner et al., 2022).

4.5.1 Χρήση στη βιομηχανία καλλυντικών

Τα υποπροϊόντα από την παραγωγική διαδικασία ελαιολάδου έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία περιποίησης δέρματος. Οι φαινολικές ενώσεις που περιέχονται στην ελιά, έχουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες, οι οποίες συμβάλλουν στην θεραπεία δερματικών παθήσεων, ενώ μελέτες αναφέρονται και στην αναστολή της ανάπτυξης του *Staphylococcus aureus* και της μείωσης της βιοσύνθεσης μελανίνης στα κύτταρα μελανώματος B16. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι οι φαινόλες λειτουργούν ως ενισχυτικό προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία στα αντηλιακά σκευάσματα.

Επιπλέον, το σκουαλένιο που υπάρχει στον καρπό της ελιάς έχει ενυδατικές ιδιότητες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συστατικό σε δερμοπροστατευτικές κρέμες ως καταπραϋντικός παράγοντας. Η ζήτηση στην αγορά για φυσικά καλλυντικά καλής ποιότητας υπήρξε η κινητήριος δύναμη για τη χρήση φυσικών προϊόντων για την παραγωγή τους, ειδικά σε χώρες όπως η Γαλλία, η Ισπανία, η Ιταλία και η Γερμανία (Otero et al., 2021).

4.5.2 Κομποστοποίηση αποβλήτων ελιάς

Το κομπόστ αποβλήτων ελιάς είναι ένας τύπος οργανικού λιπάσματος που παράγεται από τα απόβλητα που παράγονται κατά την παραγωγή ελαιολάδου. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, η διαδικασία της κομποστοποίησης περιλαμβάνει την αερόβια αποσύνθεση της οργανικής ύλης, η οποία οδηγεί στην παραγωγή μιας πλούσιας σε θρεπτικά συστατικά εδαφοβελτιωτικής ουσίας που δύναται να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της υγείας και της γονιμότητας του εδάφους.

Για την παρασκευή κομπόστ από απόβλητα ελιάς, ο ελαιοπυρήνας (το στερεό υπόλειμμα που απομένει μετά την εξαγωγή του λαδιού από τις ελιές) αναμιγνύεται με άλλα οργανικά υλικά, όπως κοπριά, κομμένο γρασίδι ή υπολείμματα κουζίνας, και στη συνέχεια αφήνεται να αποσυντεθεί για αρκετούς μήνες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι μικροοργανισμοί διασπούν την οργανική ύλη, απελευθερώνοντας θρεπτικά συστατικά όπως είναι το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών.

Το κομπόστ αποβλήτων ελιάς έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα χημικά λιπάσματα. Πρόκειται για μια βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση που συμβάλλει στη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων που παράγονται από τη βιομηχανία ελαιολάδου. Βελτιώνει επίσης την υγεία και τη γονιμότητα του εδάφους αυξάνοντας την οργανική ουσία του εδάφους, βελτιώνοντας τη δομή του και ενισχύοντας την ικανότητα του να συγκρατεί νερό και θρεπτικά συστατικά.

Συνολικά, το κομπόστ των αποβλήτων ελιάς είναι ένας πολύτιμος πόρος που μπορεί να συμβάλει στη στήριξη της βιώσιμης γεωργίας και στην προώθηση μιας πιο κυκλικής οικονομίας. Μετατρέποντας τα απόβλητα σε πολύτιμο πόρο, η βιομηχανία ελαιολάδου μπορεί να βελτιώσει τις περιβαλλοντικές της επιδόσεις και να συμβάλει σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον. (Donner et al., 2022).

4.5.3 Παραγωγή ζωοτροφών

Ο ελαιοπυρήνας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως Α ύλη για την παραγωγή ζωοτροφής ανάλογα με το είδος της επεξεργασία που έχει δεχτεί. Μολονότι ο ελαιοπυρήνας έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, έχει χαμηλή θρεπτική αξία καθώς οι φαινολικές ενώσεις που εμπεριέχονται δρουν ως αναστολείς των πεπτικών ενζύμων. Η υψηλή ποσότητα σε φυτικές ίνες σε ποσοστό περίπου 58% σε συνδυασμό με τις φαινολικές ενώσεις, αποτελούν σημαντικά μειονεκτήματα της χρήσης του ελαιοπυρήνα σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή ζωοτροφών, προκαλώντας δυσανεξίες και διαρροϊκές κενώσεις στα ζώα. Ο ελαιοπυρήνας σε ανάμιξη με σιτάρι, κριθάρι και τριφύλλι μπορεί να αξιοποιηθεί επαρκώς καθώς σύμφωνα με τους Carraro et al., 2005, ο συνδυασμός τους εξαλείφει τα μειονεκτήματα του ελαιοπυρήνα καθώς δεν προκαλεί καμία δυσανεξία ή διαταραχή στα ζώα, ενώ δεν επηρεάζεται η ανάπτυξη τους και η ποιότητα του κρέατος που παράγεται (Carraro et al., 2005).

4.6 Μονάδες παραγωγής ζάχαρης

Μια μονάδα παραγωγής ζάχαρης είναι μια βιομηχανική μονάδα που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή ζάχαρης από φυτικά υλικά που περιέχουν σάκχαρα, όπως ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα και άλλες πηγές. Το ζαχαροκάλαμο είναι η κύρια πηγή παραγωγής ζάχαρης, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 80% της παγκόσμιας παραγωγής ζάχαρης, ενώ τα ζαχαρότευτλα αντιπροσωπεύουν το υπόλοιπο 20%. Η διαδικασία παραγωγής ζάχαρης περιλαμβάνει διάφορα στάδια, όπως συγκομιδή, εξαγωγή χυμού, διαύγαση, εξάτμιση, κρυστάλλωση, ξήρανση και συσκευασία.

Η βιομηχανία ζάχαρης συμβάλλει σημαντικά στην παγκόσμια οικονομία, παρέχοντας ευκαιρίες απασχόλησης σε εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο. Στις σημαντικότερες χώρες παραγωγής ζάχαρης περιλαμβάνονται η Βραζιλία, η Ινδία, η Κίνα, η Ταϊλάνδη και οι Ηνωμένες Πολιτείες. Ωστόσο, ο κλάδος αντιμετωπίζει διάφορες προκλήσεις, όπως οι διακυμάνσεις των τιμών, η κλιματική αλλαγή και η λειψυδρία. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, ο κλάδος εστιάζει σε βιώσιμες πρακτικές, όπως η βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης του νερού, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η προώθηση της διατήρησης της βιοποικιλότητας.

4.7 Αξιοποίηση αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας ζάχαρης

4.7.1 Παραγωγή βιοκαυσίμων (βιοενέργειας)

Η βαγάση είναι ένα ινώδες υποπροϊόν της βιομηχανίας ζάχαρης. Πρόκειται για το υπόλειμμα που απομένει μετά την εξαγωγή του χυμού από τα στελέχη του ζαχαροκάλαμου ή τον πολτό των ζαχαρότευτλων. Η βαγάση αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη και λιγνίνη. Σύμφωνα με τους Meghana et Shastri, η βαγάση ως αξιοποιήσιμο απόβλητο της βιομηχανίας ζάχαρης, αποτελεί κύρια πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλές χώρες. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε μελέτες, όπου μονάδες παραγωγής ενέργειας εκμεταλλεύονται τη βαγάση για την παραγωγή βιοαερίου και βρέθηκε ότι ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας και διαδικασιών ανάκτησης βιοαερίου, οι τιμές σε πτητικά στερεά μπορούν να ανέλθουν 122,3-480 ml/g. (Meghana et Shastri, 2020).

4.7.2 Χρήση για παραγωγή συσκευασιών τροφίμων

Οι βιοδιασπώμενες συσκευασίες τροφίμων έχουν σκοπό με τη χρήση τους να μετριάσουν τις αρνητικές επιπτώσεις που προκύπτουν από τη χρήση συνθετικού πλαστικού που προέρχεται από το πετρέλαιο. Ορισμένα λιγνοκυτταρινούχα υλικά, όπως είναι η βαγάση, είναι πλούσιες πηγές ζυμώσιμων σακχάρων, οξέων και αρωματικών ουσιών που λειτουργούν ως πρόδρομες ουσίες για ένα σία ζαχαροκάλαμου βρέθηκε ότι μειώνει το κόστος πρώτων υλών για την παραγωγή σύνολο παραγωγής προϊόντων προστιθέμενης αξίας. Η χρήση βαγάσης μπορεί να μειώσει την τιμή πώλησης του Polyhydroxybutyrate (PHB) πολυεστέρα (*βιοαποικοδομήσιμο θερμοπλαστικό πολυμερές το οποίο παράγεται από ορισμένους μικροοργανισμούς ως μορφή αποθήκευσης ενέργειας και θεωρείται βιοπολυμερές επειδή προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές*), κατά 50%, καθιστώντας το ανταγωνιστικό προϊόν σε σχέση με τα λοιπά πλαστικά όπως το προπυλένιο .

Πλεονεκτήματα από τη χρήση βαγάσσης

1. Βιοδιασπάσιμο υλικό: Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της χρήσης της βαγάσσης ως πρώτη ύλη για την παραγωγή υλικών συσκευασίας είναι η βιοδιασπασιμότητά της. Η βαγάσση διασπάται στο περιβάλλον σε αντίθεση με τα πλαστικά προϊόντα, μειώνοντας έτσι τους περιβαλλοντικούς ρύπους και τα απόβλητα που επιβαρύνουν το περιβάλλον.
2. Ανανεώσιμη πηγή: Η βαγάσση είναι ουσιαστικά απόβλητο της παραγωγικής διαδικασίας για την παραγωγή ζάχαρης καθώς αποτελεί υποπροϊόν του ζαχαροκάλαμου, γεγονός που την καθιστά ανανεώσιμη πηγή.
3. Ευελιξία υλικού: Πρόκειται για ένα ευέλικτο υλικό που μπορεί να διαμορφωθεί εύκολα και να χρησιμοποιηθεί για την συσκευασία διάφορων τύπων τροφίμων.
4. Δυνατότητα κομποστοποίησης: Οι συσκευασίες που παράγονται από βαγάσση αποτελούν συνήθως προϊόντα που δύναται να κομποστοποιηθούν και να διασπαστούν σε οργανική ύλη που μπορεί να αξιοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό (Jayasekara et al, 2022).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα απόβλητα από τις βιομηχανίες τροφίμων ζωικής και φυτικής παραγωγής απασχολούν τις τελευταίες δεκαετίες επιστήμονες σε όλο τον πλανήτη καθώς το ζήτημα διαχείρισης τους έχει περιβαλλοντικές, κοινωνικές αλλά και οικονομικές διαστάσεις. Από την παραγωγή έως την κατανάλωση των τροφίμων τα απόβλητα που προκύπτουν είτε θα πρέπει να περιορίζονται στην πηγή δημιουργίας τους, είτε να δύναται να αξιοποιηθούν με σκοπό την εξοικονόμηση των φυσικών διαθέσιμων πόρων και την ένταξη τους σε ένα βιώσιμο σύστημα κυκλικής οικονομίας.

Ανάλογα με το είδος του παραγόμενου προϊόντος υπάρχουν και διάφοροι βιώσιμοι τρόποι διαχείρισης των αποβλήτων που προκύπτουν από την παραγωγική διαδικασία, όπως η κομποστοποίηση, η χρήση για παραγωγή ζωοτροφών, χρήση στη βιομηχανία καλλυντικών, κλπ.

Τα τελευταία χρόνια λόγω της Κλιματικής Αλλαγής και της ανάγκης για μείωση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας του πλανήτη καθώς και τη μείωση των εκπομπών του αερίων του θερμοκηπίου, έχει γίνει επιτακτική ανάγκη η βιώσιμη αξιοποίηση των αποβλήτων τροφίμων.

Σημαντικό ρόλο στην επίτευξη αυτού του σκοπού έχει η ορθή διαλογή και ο διαχωρισμός των αποβλήτων καθώς και η ποιότητα τους. Με την προϋπόθεση ότι πληρούνται τα παραπάνω κριτήρια υπάρχουν διάφορες επιλογές διαχείρισης όπως η δημιουργία νέων προϊόντων, η ανακύκλωση, η παραγωγή ενέργειας, κομπόστ κλπ. Μέσω της βιβλιογραφικής αναζήτησης προέκυψε ότι υπάρχει πληθώρα τεχνικών που αποδίδουν το επιθυμητό αποτέλεσμα ανάλογα με το είδος και την ποιότητα των αποβλήτων. Στον αντίποδα, υπάρχουν και τεχνικές που βρίσκονται ακόμα σε πειραματικά στάδια με ικανοποιητικά αποτελέσματα αλλά όχι σε εφαρμογή σε επίπεδο βιομηχανίας.

Η βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων και η ανάγκη για την τήρηση των αρχών κυκλικής οικονομίας θα πρέπει να αποτελεί βασικό σκοπό των βιομηχανιών ώστε να ενταχθεί και η διαχείριση των αποβλήτων στην παραγωγική διαδικασία της εκάστοτε βιομηχανίας, παράλληλα με την τήρηση των νομοθετικών απαιτήσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων.

Στόχος είναι οι μελέτες και οι τρόποι διαχείρισης αποβλήτων που αναφέρονται και στην παρούσα μελέτη να εφαρμόζονται ουσιαστικά και όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο. Το νομοθετικό πλαίσιο θα πρέπει να γίνει αυστηρότερο καθώς επίσης και οι έλεγχοι από τις αρμόδιες Υπηρεσίες να είναι πιο στοχευμένοι και εντατικοί.

Τέλος, θα πρέπει να ενημερωθούν όλοι οι αρμόδιοι σχετικά με τις νέες μεθόδους αξιοποίησης και διαχείρισης αποβλήτων ώστε να είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις σύγχρονες απαιτήσεις τόσο σε περιβαλλοντικό όσο και σε κοινωνικό οικονομικό επίπεδο. Το περιβάλλον μας χρειάζεται αλλά εμείς το έχουμε μεγαλύτερη ανάγκη για ένα αξιοπρεπές βιοτικό επίπεδο για εμάς αλλά και για τις γενιές που ακολουθούν.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmada T., Muhammad Aadila R., Ahmed H., Rahman U., Soares B., Souza S. L.Q., Pimentel T. C., Scudino H., Guimarães J. T., Esmerino E. A., Freitas M. Q., Almada R., Vendramel S., Silva M. C., Cruz A., *Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review*. Trends in Food Science & Technology, Vol. 88, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.003>
- Carmona - Cabello M., Garcia L., Leiva - Candia D., Dorado M. P., *Valorization of food waste based on its composition through the concept of biorefinery*. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, Vol. 14, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.06.011>
- Carraro L., Trocino A., Xiccato G., *Dietary supplementation with olive stone meal in growing rabbits*. Meat Science Vol. 92, Issue 4, 2012, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.07.001>
- Despoudi S., Bucatariu C., Otles S., *Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry*. Food Waste Recovery, Processing Technologies and Industrial Techniques, Pages 3-23, 2015
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800351-0.00001-8>
- Donner M., Erraach Y., Lopez-i-Gelats F., Martin J., Yatribi T., Radi I., El Hadad-Gauthier F., *Circular bioeconomy for olive oil waste and by-product valorisation: Actors' strategies and conditions in the Mediterranean area*. Journal of Environmental Management, Vol. 321, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115836>
- Garcia-Garcia G., Woolley E., Tseng R., Rahimifard S., *Manufacturing Resilience Via Inventory Management for Domestic Food Waste*. Procedia CIRP, Vol. 40, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.070>
- Hicks T., Verbeek C., *Protein by-products - transformation from environmental burden into value-added products*, Protein Byproducts Transformation from Environmental Burden Into Value-Added Products, 2016,
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802391-4.00003-3>

- Ibrahimoglu Beycan, M. Zeki Yilmazoglu, *Disposal of olive mill wastewater with DC arc plasma method*. Journal of Environmental Management, Vol. 217, 2018
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.134>
- Ilangovan M., Navada A., Guna V., Touchaleaume F., Saulnier B., Grohens Y., Reddy N., *Hybrid biocomposites with high thermal and noise insulation from discarded wool, poultry feathers, and their blends*. Construction and Building Materials, Vol. 345, 2022
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128324>
- Jayasekara S., Dissanayake L., L. Jayakody, *Opportunities in the microbial valorization of sugar industrial organic waste to biodegradable smart food packaging materials*. International Journal of Food Microbiology, Vol. 37, 2022
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109785>
- Meghana M., Shastri Y., *Sustainable valorization of sugar industry waste: Status, opportunities, and challenges*. Bioresource Technology Vol. 303, 2020
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122929>
- Mofijur M., Rizwanul Fattah I.M., Senthil Kumar P., Arafat Siddiki Sk., Ashrafur Rahman S., Ahmed S., Chyuan Ong H., Shiung Lam S., Anjum Badruddin I., Yunus Khan T., Mahlia T., *Journal of Environmental Chemical Engineering, Bioenergy recovery potential through the treatment of the meat processing industry waste in Australia*, Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol. 9, Issue 4, 2021
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105657>
- Mokrejs P., Langmaier F. and Vasek V., *Extraction of collagen and gelatine from meat industry by-products for food and non food uses*. Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, Vol. 27, Issue 1, 2009
<https://doi.org/10.1177/0734242X07081483>
- Otero P., Garcia-Oliveira P., Carpena M., Barral-Martinez M., Chamorro F., Echave J., Garcia-Perez Hui Cao P., Xiao J., Simal-Gandara J., Prieto M., *Applications of by-products from the olive oil processing: Revalorization strategies based on target molecules and green extraction technologies*, Trends in Food Science & Technology Vol. 116, 2021
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.007>

- Pilar Bernal M., Sommer S., Chadwick D., Qing Ch., Guoxue L., Michel Jr. F., *Current Approaches and Future Trends in Compost Quality Criteria for Agronomic, Environmental, and Human Health Benefits*, Advances in Agronomy, Vol. 144, 2017
<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.03.002>
- Prussi M., Yugo M., De Prada L., Padella M., Edwards R., Lonza L., *JEC well-to-wheels analysis : well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*, JEC Well-to-Tank report v5, 2020
<https://doi:10.2760/100379>
- Shukla P.R., Skea J., Calvo Buendia E., Masson-Delmotte V., Pörtner H., Roberts D., Zhai P., Slade R., Connors S., Diemen R., Ferrat M., Haughey E., Luz S., Neogi S, Pathak M., Petzold J., Portugal Pereira J., Vyas P., Huntley E., Kissick K., Belkacemi M., Malley J., *Climate Change and Land An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2019
<https://doi.org/10.25561/76618>
- Sinsuw A., Chu, C., *Assessment of environmental and social impacts on rural community by two-stage biogas production pilot plant from slaughterhouse wastewater*, *Journal of Water Process Engineering*. Journal of Water Process Engineering, Vol. 40, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101796>
- Yoong Kit L., [Chang](#) J., *Valorization of fruit wastes for circular bioeconomy: Current advances, challenges, and opportunities*, Bioresource Technology Vol. 359, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127459>
- Ευρωπαϊκός Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 178/2002 του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 28ης Ιανουαρίου 2002 για τον καθορισμό των γενικών αρχών και απαιτήσεων της νομοθεσίας για τα τρόφιμα, για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων και τον καθορισμό διαδικασιών σε θέματα ασφαλείας των τροφίμων.
- Ευρωπαϊκός Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 21ης Οκτωβρίου 2009 περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον

άνθρωπο και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 (κανονισμός για τα ζωικά υποπροϊόντα)

- Νόμος 4042/2012 σχετικά με την «Ποινική Προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων –Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»
- <http://www.agroenergy.gr>