



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Πτυχιακή Εργασία

**«Προκλήσεις και Επιλογές για την Αξιοποίηση
Αποβλήτων Τροφίμων»**

Μπακρατσά Αντωνία
ΑΜ: 19684137

Επιβλέπουσα
Κρίτση Ευτυχία

Αιγάλεω, Σεπτέμβριος, 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL FOOD SCIENCES
DEPARTMENT FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

Diploma Thesis

**“Challenges and Opportunities for Food Waste
Valorization”**

Bakratsa Antonia
Registration Number: 19684137

Supervisor
Kritsi Eftichia

Egaleo, September, 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

«Προκλήσεις και Επιλογές για την Αξιοποίηση Αποβλήτων Τροφίμων»

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΕΥΓΥΧΙΑ ΚΡΙΤΣΗ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ / ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ	
2	ΣΩΤΗΡΙΟΣ ΜΠΡΑΤΑΚΟΣ	Ε.ΔΙ.Π / ΜΕΛΟΣ	
3	ΘΑΛΕΙΑ ΤΣΙΑΚΑ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΕΣΠΑ / ΜΕΛΟΣ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μπακρατσά Αντωνία του Ευάγγελου, με αριθμό μητρώου 19684137 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής 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».

Η Δηλούσα
Μπακρατσά Αντωνία



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο της εργασίας, θα ήθελα να κάνω μια ιδιαίτερη αναφορά στην οικογένεια μου και να πω ένα εγκάρδιο ευχαριστώ στους γονείς μου, που με στηρίζουν ηθικά και οικονομικά όλα αυτά τα χρόνια, δίνοντας μου κουράγιο και δύναμη να υπερπηδώ κάθε εμπόδιο προκειμένου να κατακτήσω τους στόχους μου. Που αποτελούσαν και θα συνεχίσουν να αποτελούν για μένα ανεκτίμητο στήριγμα σε ότι κάνω στην πορεία της ζωής μου. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ αξίζουν τα αδέρφια μου και οι φίλοι μου, που με την καθημερινή τους συμπαράσταση και την θετική τους σκέψη, κατάφεραν να με αποσυμφορήσουν από την πίεση των καθημερινών απαιτήσεων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματος που με τόσο ζήλο συντέλεσαν στην μεταλαμπάδευση των γνώσεων τους, στους συμφοιτητές μου, αλλά και σε εμένα προσωπικά. Ιδιαίτερα, θα ήθελα να εκφράσω ένα βαθύ ευχαριστώ, στην Επίκουρη Καθηγήτρια Ευτυχία Κρίτση, που ήταν πλάι μου καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, με εύστοχες παρατηρήσεις και κατάλληλες συμβουλές. Δίχως τον πολύτιμο χρόνο της και το όμορφο κλίμα συνεργασίας, δεν θα είχε ολοκληρωθεί αυτή η πτυχιακή εργασία.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περιεχόμενα

.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
ABSTRACT	11
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	12
1.1 Γενικές πληροφορίες για τα απόβλητα φρούτων και λαχανικών	12
1.2 Ερευνητικό ενδιαφέρον και κυκλική οικονομία	14
Κεφάλαιο 2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	18
2.1. Εισαγωγή και ιεράρχηση αποβλήτων φρούτων και λαχανικών	18
2.2 Ερευνητικό ενδιαφέρον	21
2.3 Μελλοντικές προτάσεις αξιοποίησης απορριμμάτων φρούτων και λαχανικών	23
Κεφάλαιο 3. Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτύπωμα αποβλήτων φρούτων και λαχανικών	26
3.1. Παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία αποβλήτων φρούτων και λαχανικών εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας	26
3.2 Σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδα στα οποία πραγματοποιούνται μεγαλύτερες απώλειες τροφίμων	26
3.3 Πρότυπα εντός της αλυσίδας εφοδιασμού που συμβάλλουν στο αποτύπωμα απωλειών τροφίμων	28
3.4. Τρόπος δράσης της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης έναντι της δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων	29
3.5. Στρατηγικές προσέγγισης του προβλήματος από την πλευρά της οικονομίας	30
3.6. Πρακτικές διορθωτικών ενεργειών από το καταναλωτικό κοινό	31
3.7. Στρατηγικές υιοθέτησης διορθωτικών ενεργειών έναντι της σπατάλης τροφίμων από την πολιτεία	32
Κεφάλαιο 4. Επιπτώσεις των αποβλήτων φρούτων και λαχανικών στο περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία	34
4.1. Αντίκτυπος αποβλήτων φρούτων και λαχανικών στο περιβάλλον	34
4.2. Σχέση αποτυπώματος άνθρακα και απορριμμάτων τροφίμων.	35
4.3. Περιβαλλοντικός αντίκτυπος μεθόδων αξιοποίησης απωλειών τροφίμων	36
4.4. Κόστος απορριμμάτων τροφίμων στην παγκόσμια οικονομία	37
4.5. Οικονομικός αντίκτυπος μεθόδων αξιοποίησης απωλειών φρούτων και λαχανικών	38
4.6. Σύγκριση τρόπων διαχείρισης απορριμμάτων γύρω από τον οικονομικό τομέα	38
4.7 Τρόποι παραγωγής αποβλήτων φρούτων και λαχανικών και επιπτώσεις τους στην κοινωνία	39
Κεφάλαιο 5. Αξιοποίηση αποβλήτων φρούτων και λαχανικών προς άλλα προϊόντα	40
5.1 Αξιοποίηση απορριμμάτων με την τεχνική της αναερόβιας χώνευσης	40
5.2. Παραγωγή γαλακτικού οξέος με τη βοήθεια της αναεροβίωσης	41
5.3 Τεχνική της κομποστοποίησης για ανάκτηση αποβλήτων τροφίμων	42
5.4 Παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία κομποστοποίησης γεωργικών	

αποβλήτων	43
5.5 Εναλλακτικές προτεινόμενες μέθοδοι ανάκτησης θρεπτικών συστατικών από απόβλητα φρούτων και λαχανικών	43
5.6 Ευκαιρίες αξιοποίησης απορριμμάτων φρούτων και λαχανικών στον τομέα των βιοδυλιστηρίων.....	45
Συμπεράσματα	47
Βιβλιογραφία	49

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1. Απόβλητα που προκύπτουν στο στάδιο της μεταποίησης.....	13
Εικόνα 2. Απόβλητα που προκύπτουν στο στάδιο της συγκομιδής.....	13
Εικόνα 3. Απόβλητα που προκύπτουν στο στάδιο του καταναλωτή.....	13
Εικόνα 4. Τρόποι που συμβάλλουν στην επίτευξη της κυκλικής οικονομίας.....	16
Εικόνα 5. Τομείς που εμπλέκονται στην διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού.....	29
Εικόνα 6. Μονάδα αναεροβίωσης για παραγωγή βιοαερίου.....	41
Εικόνα 7. Βασικά στάδια της διαδικασίας κομποστοποίησης.....	42
Εικόνα 8. Βασικά στάδια για την εκχύλιση πηκτίνης από φλοιούς μάνγκο.....	44

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1. Συνέπειες πρόκλησης απωλειών κατά την μεταφορά και αποθήκευση τροφίμων	27
Πίνακας 2. Συνέπειες που προκύπτουν από έλλειψη συντονισμού εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας	28
Πίνακας 3. Συνέπειες απώλειας όγκου τροφίμων λόγω έλλειψης κρατικών υποδομών	Error!

Bookmark not defined.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία προβάλλει μια λεπτομερή βιβλιογραφική ανασκόπηση με απώτερο σκοπό την ανάδειξη των προκλήσεων και των επιλογών αξιοποίησης των απορριμμάτων τροφίμων που απορρέουν από όλα τα επίπεδα της τροφικής και εφοδιαστικής αλυσίδας, με γνώμονα τις απαιτήσεις του συνεχώς αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού.

Προς αυτή την κατεύθυνση, σύγχρονες βιβλιογραφικές παραπομπές και πολυάριθμες μελέτες, αναδεικνύουν κρίσιμα σημεία, τα οποία εστιάζουν στην κυκλική οικονομία και σε βιωσιμότερο περιβάλλον σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς επίσης και στην ανάγκη για τροποποιήσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού, που απαιτούν συλλογική κοινωνική ευθύνη και ευαισθητοποίηση. Ο αντίκτυπος των αναφερόμενων παραγόντων υπογραμμίζεται στο τρίπτυχο παγκόσμιου ενδιαφέροντος: περιβάλλον, οικονομία και κοινωνία.

Στην παρούσα εργασία, μέσω της διεξοδικής ανάλυσης επιστημονικών ερευνών αναδεικνύονται εκτεταμένες εφαρμογές για την αξιοποίηση των τροφικών αποβλήτων, ιδιαίτερα των γεωργικών απορριμμάτων, όπως τα φρούτα και τα λαχανικά, που παρέχουν απεριόριστες δυνατότητες και αναπτύσσουν τον τομέα παραγωγής ενέργειας αλλά και της Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων.

Συγκεκριμένα, η ανάκτηση προϊόντων μέσω μιας ιδιαίτερα γνωστής διεργασίας στον επιστημονικό κλάδο που ονομάζεται αναερόβια χώνευση φαίνεται να κατέχει την πρώτη θέση ανάμεσα στις μεθόδους αξιοποίησης αποβλήτων προς χρήσιμα προϊόντα. Η διαδικασία αυτή είναι σε θέση να διαχειριστεί ποικίλα είδη αποβλήτων προς παραγωγή σημαντικών διατροφικών και μη ενώσεων, όπως είναι για παράδειγμα η ανάκτηση απορριμμάτων αμπέλου προς παραγωγή βιοαιθανίου ή και η παραγωγή γαλακτικού οξέος από διαφορετικά είδη υπολειμμάτων τροφίμων.

Λέξεις Κλειδιά

Σπατάλη τροφίμων, απόβλητα φρούτων και λαχανικών, συνέπειες απορριμμάτων τροφίμων, εφοδιαστική αλυσίδα, καταναλωτές, αξιοποίηση αποβλήτων

ABSTRACT

The present study presents a detailed literature review with the ultimate goal of highlighting the challenges and the options for the utilization of food waste arising from all levels of the food and supply chain, in view of the demands of the ever-growing world population.

Towards this direction, recently published references and numerous studies show critical points, which focus on circular economy and a more sustainable environment in a global level, as well as in the necessity for modifications in the food supply chain, which require collective social responsibility and awareness. The impact of the aforementioned factors is underlined as a three-part global interest: environment, economy and society.

In the present study, using thorough analysis and scientific studies, we highlight extended applications for the usage of food waste, especially the agricultural waste, such as fruit and vegetables because they provide unlimited opportunities for exploitation and they can elevate the energy production level as well as the sector of Science and Food Technology.

Specifically, food recovery through a particularly known procedure, anaerobic digestion, seems to occupy the first place among the methods of waste utilization into useful products.

This process is able to manage various types of waste for the production of important nutritional and non-nutritive compounds, such as the recovery of grapevine waste for bioethane production or the production of lactic acid from different types of food residues.

Keywords

Food waste, fruit and vegetable waste, consequences of food waste, supply chain, consumers, waste utilization

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Γενικές πληροφορίες για τα απόβλητα φρούτων και λαχανικών

Ο συνεχώς πολλαπλασιαζόμενος παγκόσμιος πληθυσμός συνεπάγεται την ανάγκη για κάλυψη παραγωγής απαραίτητων πόρων. Η εκθετικά αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών είχε σαν αποτέλεσμα την εξέλιξη των βιομηχανιών τροφίμων, προσφέροντας έτσι ποικιλόμορφη παραγωγή και ανασυγκρότηση της ποιότητας και της ποσότητας τροφίμων. Συνέπεια αυτής της εξέλιξης, αποτελεί η δημιουργία υπέρογκων αγροβιομηχανικών απορριμμάτων και υπολειμμάτων τροφίμων τα οποία τις περισσότερες φορές απορρίπτονται αυτούσια σε χωματερές κυρίως λόγω του υψηλού κοστολογικού χαρακτήρα των μεθόδων διαχείρισής τους (Kumar Awasthi et al. 2022).

Ο όγκος των απορριμμάτων τροφίμων που παράγεται σε παγκόσμια κλίμακα ανέρχεται στα 1,3-1,4 δισεκατομμύρια τόνους. Περίπου, όσο δηλαδή το ένα τρίτο της παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων και αναμένεται να αυξηθεί έως και 2,6 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2025 (Sinha, 2021). Το 22% αυτής της απώλειας είναι απόβλητα από φρούτα και λαχανικά, ενώ από περιβαλλοντική άποψη η σπατάλη αυτή έχει ως αντίκτυπο περίπου το 8% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, το 23% της κατανάλωσης λιπασμάτων και το 25% του γλυκού ύδατος που χρησιμοποιείται στη γεωργία και τη χρήση καλλιεργήσιμης γης. Για τους παραπάνω λόγους, ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) έκανε λόγο για τα φυτικά απορρίμματα και τον ρόλο τους στο «αποτύπωμα άνθρακα» και των απορριμμάτων φρούτων ως προς το «μπλε υδάτινο σημείο» (Ben-Othman et al., 2020). Ως «μπλε υδάτινο σημείο» ορίζεται ένας δείκτης χρήσης των υδάτινων πόρων που επιτρέπει τον προσδιορισμό του όγκου του νερού που καταναλώνεται άμεσα ή έμμεσα ή ρυπαίνεται για την παραγωγή ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας. Κυρίαρχος παράγοντας των συνεπειών αυτών είναι τα σημερινά ευμετάβλητα πρότυπα διατροφής καθώς και η προσπάθεια της βιομηχανίας επεξεργασίας τροφίμων να ανταποκριθεί στους καταναλωτές οδηγώντας έτσι μια τεχνολογική πρόοδο ιδιαίτερα στην παραγωγή και μεταφορά εποχικών φρούτων και λαχανικών (Kumar κ.ά., 2022).

Παρόλα τα πλεονεκτήματα της συσσωρευμένης βελτίωσης του διατροφικού επιπέδου, ο ακατάλληλος χειρισμός και οι όχι και τόσο ευνοϊκές συνθήκες υποδομής των βιομηχανιών οδηγούν εκτός των άλλων και σε εκτεταμένες απώλειες αυτών των σημαντικών εμπορευμάτων. Τα απόβλητα που παράγονται κατά την επεξεργασία και μεταποίηση διάφορων φρούτων και λαχανικών προς μετατροπή σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας απαιτούν την αφαίρεση ανεπιθύμητων στελεχών όπως φλούδες, κοτσάνια, πυρήνες,

σπόρια ή και μεταποιητικές εργασίες όπως το ξεφλούδισμα, τεμαχισμός, κόψιμο σε κύβους ή φέτες (Sagar et al. 2018). Για παράδειγμα, στην περίπτωση των μανταρινιών, οι φλούδες αντιπροσωπεύουν το 16% του συνολικού προϊόντος. Ο τεμαχισμός της πατάγιας σε μικρότερα τεμάχια δημιουργεί υπολείμματα με μορφή φλούδας 8,5% , σπόρων 6,5% και μη χρησιμοποιήσιμου πολτού 32% (Chaudhary & Malik, 2022). Η βιομηχανία του ανανά (*Ananas comosus L.*) παράγει μεγάλες ποσότητες αποβλήτων. Συγκεκριμένα, το δέρμα, το στέμμα και το κέντρο του φρούτου απορρίπτονται ως ευτελής αξίας υπολείμματα. Από την μπανάνα επίσης, ένα ευρέως καταναλωτικό φρούτο, μόνο το 12% του φυτού της είναι βρώσιμο (Ueda κ.ά., 2022)

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών, το μεγαλύτερο ποσοστό στον τομέα των τροφίμων παγκοσμίως σπαταλάται από τη συνολική παραγωγή φρούτων και λαχανικών και σύμφωνα με τους (Kummu & et al., 2012) τα ποσοστά των προκύπτοντων απορριμμάτων που παράγονται κατά τη διάρκεια των μετασυλλεκτικών διεργασιών , όπως τη στιγμή της παραγωγής αντικατοπτρίζουν το (24-30%) (Εικόνα 1) , στο στάδιο μετά τη συγκομιδή παρουσιάζουν ποσοστό (20%) (Εικόνα 2) και κατά την κατανάλωση αγγίζουν έως και το (30–35%) (Εικόνα 3). Σημαντικό επίσης είναι, ότι η ποσότητα και η ποιότητα των παραγόμενων αποβλήτων ποικίλλει σημαντικά από εμπόρευμα σε εμπόρευμα και ότι η ποσότητα απώλειας και σπατάλης βρώσιμων τροφίμων πραγματοποιείται και κατά τη διάρκεια της διανομής αλλά και στο σημείο της κατανάλωσης (**Error! Reference source not found.**) από τον άνθρωπο (Chaudhary & Malik, 2022)



Εικόνα 2. Απόβλητα που προκύπτουν στο στάδιο της συγκομιδής.



Εικόνα 1. Απόβλητα που προκύπτουν στο στάδιο της μεταποίησης



Εικόνα 3. Απόβλητα που προκύπτουν στο στάδιο του καταναλωτή

Εικόνα 2: <https://www.in.gr/2022/11/03/economy/agro-in/elia-o-i-31-lanthas-menes-taktikes-kata-tin-syvgkomidi/>

Εικόνα 1:

<https://www.olimpias.gr/%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AE%CF%82-%CF%84%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%83%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%82-Projects-%CE%B5%CF%83%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B4%CE%BF%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%AE-13>

Εικόνα 3: <https://www.lawspot.gr/nomika-nea/ekatommyria-tonoi-trofimon-kataligoyh-sta-skoypidia-kathe-hrono-infographics>

1.2 Ερευνητικό ενδιαφέρον και κυκλική οικονομία

Το φαινόμενο υπερπαραγωγής απορριμμάτων, αντικατοπτρίζει ποικίλα δυσμενή περιβαλλοντικά και μη ζητήματα, αποτελώντας έτσι ένα ιδιαίτερα αξιοσημείωτο πεδίο συζήτησης για την περιβαλλοντική αρένα. Με το πέρας των ετών, έχουν καταγραφεί σημαντικές προσπάθειες σε παγκόσμιο επίπεδο για την ανάπτυξη μιας πιο μεθοδικής διαχείρισής τους, σε συνδυασμό, με μια τεχνολογικά βιωσιμότερη επεξεργασία και αξιοποίηση (Shah κ.ά., 2022).

Στόχος αυτής της επεξεργασίας είναι η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη χρήση οργανικών στερεών αποβλήτων. Οι (Grizzetti et al., 2013) έκαναν λόγο για τον αντίκτυπο αυτού του φαινομένου FW (Food Waste) στον περιβαλλοντικό περίγυρο μέσω υπολογισμού του παγκόσμιου αποτυπώματος αζώτου. Με τη βοήθεια του μοντέλου ανάλυσης του κύκλου ζωής LCA (life cycle analysis), εξέτασαν την απώλεια αζώτου, η οποία θεωρείται αμιγώς συνδεδεμένη με την παραγωγή καθώς και με τα απόβλητα τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στην έρευνα αυτή, υπολογίστηκε και ο αντίκτυπος των αποβλήτων στον ατμοσφαιρικό αέρα, στα ύδατα αλλά και στο έδαφος. Παρατηρήθηκε λοιπόν, ότι η επίδραση του FW φέρει σημαντικό ρόλο, αφού τα τελευταία χρόνια, κυριαρχεί η τάση υπερκατανάλωσης εισαγόμενων και εξαγόμενων τροφίμων. Η διανομή των οποίων απαιτεί χρήση διαφόρων μέσων μεταφοράς έως ότου να καταλήξουν στο τελικό ράφι (Bhattacharya κ.ά., 2021).

Ωστόσο, οι (McCarthy et al., 2020) έπειτα από έρευνα, έκαναν λόγο, ένα μερικό ποσοστό καταναλωτών με περιβαλλοντική ευαισθησία που προσφέρει από την μεριά του στη μείωση του FW καταναλώνοντας προϊόντα με περίσσεια θρεπτικών συστατικών και επιλέγοντας ανεπεξέργαστα προϊόντα (Bhattacharya κ.ά., 2021). Ο λόγος αυτής της προτίμησης, στηρίζεται στο γεγονός, ότι η χρήση συνθετικών προσθέτων και των προβλημάτων που σχετίζονται με την υγεία αντιμετωπίζεται αρνητικά από τους περισσότερους καταναλωτές, οι οποίοι τα εξισώνουν με τυχόν καρκινογόνες και

αλλεργιογόνες επιδράσεις (Ueda κ.ά., 2022).

Όσον αφορά τον κοινωνικό αντίκτυπο φαίνεται να εντοπίζονται και εκεί μερικά καίριας σημασίας προβλήματα που δεν είναι άλλα από τη συσχέτιση του FW με την κοινωνική ανισότητα. Το φαινόμενο αυτό πηγάζει από την άνιση κατανομή των πόρων, η οποία, με την σειρά της έχει οδηγήσει ένα μεγάλο ποσοστό ατόμων να εξαρτώνται από τις τράπεζες τροφίμων για τα καθημερινά τους γεύματα (Parizeau et al., 2015). Επίσης, σύμφωνα με τους (Gustavsson et al., 2011) τα τρόφιμα που δωρίζονται σε κοινωνικά παντοπωλεία αποτελούν μια σημαντική ενέργεια για τη βελτίωση του επισιτισμού, αφού η δωρεά, μπορεί να έχει μόνο θετικό αντίκτυπο σε όλο το κοινωνικό σύνολο, και στα άτομα που προσφέρουν, αλλά και στα άτομα που λαμβάνουν. Οι (Steur et al., 2016) με την σειρά τους, υποστηρίζουν ότι η μείωση του FW φέρει αλληλένδετα κοινωνικά, αλλά, και οικονομικά οφέλη για τους παραγωγούς και τους καταναλωτές, εφόσον, οι παραγωγοί πουλούν περισσότερα αγαθά χρησιμοποιώντας λιγότερους πόρους και οι καταναλωτές αποταμιεύουν χρήματα λόγω των πιο προσιτών τιμών της αγοράς (Ueda κ.ά., 2022).

Η διαχείριση της σπατάλης και απώλειας τροφίμων προσδιορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ως μια σημαντική πρόκληση για την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Κυκλικής Οικονομικής Στρατηγικής στην οποία θέματα όπως η ασφάλεια και η διαχείριση των απορριμμάτων, κατέχουν την νούμερο ένα θέση παγκοσμίως (Ueda κ.ά., 2022).

Στόχος της Ε.Ε (Ευρωπαϊκής Ένωσης) για την Κυκλική Οικονομία αποτελεί η επίτευξη παγκόσμιας δράσης για την αειφόρο ανάπτυξη (SDG). Ουσιαστικά, επαναπροσδιορίζει και ελέγχει τις διαχειριστικές συνθήκες των απορριμμάτων τροφίμων ανοίγοντας τον δρόμο για νέες επιχειρηματικές επενδύσεις (Teigiserona κ.ά., 2020). Προκειμένου λοιπόν, να διατηρηθεί η αξιολόγηση του κύκλου ζωής των απορριμμάτων τροφίμων (LCA), της κοινωνικής ζωής (s-LCA) και του χρηματικού κόστους του κύκλου ζωής (LCC) οι αρχές εστιάζουν στις οικονομικές και κοινωνικές πτυχές αυτού. Κατά αυτόν τον τρόπο, οι κύκλοι ζωής όχι μόνο ωφελούν τις πολιτικές αρχές, αλλά ταυτόχρονα δίνουν την δυνατότητα για περαιτέρω κυκλικούς τρόπους ανάκτησης και μετατροπής των απορριμμάτων τροφίμων σε βιοενέργεια (Mohanty κ.ά., 2022).

Η τελευταία δράση της Κυκλικής Οικονομίας (Εικόνα 4) αφορά τις νομοθετικές προτάσεις των απωλειών τροφίμων (EC, 2018a), στοχεύοντας στην κινητοποιημένη δράση, στη μείωση του FSWL (Food ,Surplus, Waste and Loss) και έμμεσα την χρήση του ως αξιοποιήσιμο πόρο. Επιθυμία της Στρατηγικής Βιοοικονομίας είναι η εκμετάλλευση των βιώσιμων υλικών, με ταυτόχρονη, ενίσχυση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, όπως φαίνεται πρόκειται να ενεργήσει άμεσα για την αδειοδότηση

τουλάχιστον εκατό διαδικασιών ανάκτησης, προκειμένου να διασφαλίσει την απόλυτη ασφάλεια των παραγόμενων τροφίμων και την μείωση των απωλειών τους στα στάδια μεταχείρισής τους (Teigiserova κ.ά., 2020).



Εικόνα 4. Τρόποι που συμβάλλουν στην επίτευξη της κυκλικής οικονομίας www.esdak.gr

Όσον αφορά, τις κοινωνικές και διατροφικές προκαταλήψεις που πηγάζουν από τις κυκλικές διαδικασίες, το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Παιδείας και Έρευνας (BMBF) πρότεινε μια διεθνή ερευνητική στρατηγική βιοοικονομίας για το έτος 2030. Η στρατηγική αυτή, περιλαμβάνει τακτικές, όπως είναι η παγκόσμια ασφάλεια επισιτισμού, η αγροτική παραγωγή, η παραγωγή ενέργειας από αξιοποίηση απορριμμάτων προς βιομάζα, και η παραγωγή ασφαλών προϊόντων στην αγορά. Συγχρόνως, σημειώνεται και βιομηχανική αξιοποίηση των ανανεώσιμων πόρων παρακολουθώντας παράλληλα την εξάλειψη, μείωση και επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων με τη χρήση διεργασιών. Οι διεργασίες περιλαμβάνουν μεθόδους όπως είναι η υγροποίηση, η χρήση υπερήχων, ή και ζύμωση των αποβλήτων τροφίμων (Mohanty κ.ά., 2022).

Σε εμπορική κλίμακα η αξιοποίηση των πόρων με την βοήθεια αυτών των διεργασιών αποτελεί ένα πολύ παραγοντικό ζήτημα που εξαρτάται από την ποσότητα, την ποιότητα των απορριμμάτων τροφίμων, τον τρόπο συλλογής τους για επίτευξη ομοιογένειας, τις πηγές προέλευσης τους καθώς επίσης η μεταφορά και την αποθήκευση. Γι' αυτό, με δεδομένες τις προκλήσεις, η χρήση υπολειμμάτων τροφίμων και η μετατροπή τους σε προϊόντα υψηλής θρεπτικής αξίας μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια πολλά

υποσχόμενη εναλλακτική λύση που αναγνωρίζει και δύναται να αντιμετωπίσει τις προκύπτουσες απαιτήσεις για την επίτευξη της βιωσιμότητας της κυκλικής οικονομίας (Mohanty κ.ά., 2022).

Κεφάλαιο 2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1. Εισαγωγή και ιεράρχηση αποβλήτων φρούτων και λαχανικών

Οι κλάδοι των βιομηχανιών επεξεργασίας τροφίμων είναι σε θέση να παράγουν μεγάλη γκάμα μεταποιημένων προϊόντων από διάφορα υποστρώματα αποβλήτων. Τα απορρίμματα τροφίμων θεωρούνται ως ένας αξιόπιστος δείκτης μη βιώσιμου συστήματος (Gherbin, 2017) αποτελώντας έτσι έναν από τους κυρίαρχους σκοπούς της βιώσιμης ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών και της Ευρώπης (Dreyer κ.ά., 2019). Οι ορισμοί της απώλειας ή σπατάλης ή απόρριψης τροφίμων που χρησιμοποιούνται δεν έχουν σαφή έως τώρα αποτελεσματικότητα και εναλλάσσονται μεταξύ τους. Γι' αυτό χρήζουν εναρμόνισης και σαφής διάκρισής προκειμένου να εκτιμηθεί η σημασία τους (Hamilton et al., 2015• Thyberg and Tonjes, 2016• Xue et al. ., 2017• Hartikainen et al., 2018, EC, 2018d) (Dreyer κ.ά., 2019).

Όπως και στην Ευρώπη, οι ορισμοί χαρακτηρίζονται από σχετική ασάφεια γι' αυτό τείνουν να ερμηνεύονται από το κάθε κράτος σύμφωνα με τις εκάστοτε κάθε φορά συνθήκες που το επιτρέπουν (HCWH Europe, 2017; EC, 2018a). Προκειμένου να γίνει αισθητή η απουσία εναρμόνισης, η Οδηγία Πλαίσιο για τα Απόβλητα (WFD – 2008/98/EC) ταυτίζει τα FW με τους περισσότερους τύπους οργανικών απορριμμάτων. Παρόλα αυτά, τελευταίες μελέτες από το Διεθνές Ινστιτούτο Έρευνας για την Πολιτική Τροφίμων (IFPRI) τίθενται στην κορυφή της ανησυχίας η ανάγκη για χρησιμοποίηση κοινών ορισμών σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού των τροφίμων εντός αλλά και εκτός αυτής (Teigiserova κ.ά., 2020).

Σύμφωνα με ένα χρηματοδοτούμενο έργο από την EE FUSIONS, οι απώλειες πριν από το στάδιο της συγκομιδής δεν αποτελούν απόβλητα τροφίμων, γεγονός που ερμηνεύει ότι όλα τα απορρίμματα πριν από αυτή κατατάσσονται ως αγροτογεωργικά απόβλητα (Östergren et al.). Αυτές οι ποσοτικοποιήσεις, τις περισσότερες φορές, βασίζονται σε δεδομένα καταναλωτών. Με αυτόν τον τρόπο, η απώλεια τροφής δεν λογίζεται εάν θεωρήσει κανείς ότι όλα τα περίσσεια τρόφιμα αναδιανέμονται και αξιοποιούνται, ανακυκλώνονται ή και ανακτώνται από αυτά θρεπτικές ενώσεις. Η μελέτη αυτή ακόμη, πραγματεύεται το γεγονός ότι, στον ορισμό των απορριμμάτων τροφίμων δεν θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται το «μη βρώσιμο» μέρος αυτών διότι δεν μπορεί να προορίζεται για τράπεζες τροφίμων. Απεναντίας, δεν υπάρχει καθολικό πρότυπο που να διακρίνει τα βρώσιμα από τα μη βρώσιμα τρόφιμα (Teigiserova κ.ά., 2020).

Η διάκριση «μη βρώσιμου» και «βρώσιμου» είναι μάλλον υποκειμενική και διαφέρει από χώρα σε χώρα αλλά και από τα πρότυπα του κάθε καταναλωτή ξεχωριστά.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι φλούδες από ακτινίδιο. Οι φλούδες του ακτινιδίου και γενικότερα των φρούτων και λαχανικών της αγοράς μπορεί να καταναλώνονται από ένα πλήθος ατόμων, αλλά για ένα υπόλοιπο σημαντικό μερίδιο καταναλωτών να θεωρούνται μη βρώσιμες. Γενικότερα όμως, η κοινή ορολογία θα πρέπει να είναι σε θέση να υποστηρίξει τόσο κοινωνικούς αλλά συγχρόνως και περιβαλλοντικούς στόχους (Teigiserova κ.ά., 2020).

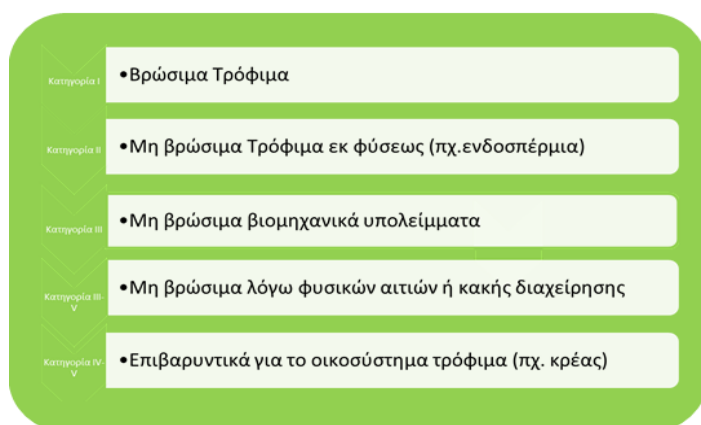
Οι ιεραρχίες αποβλήτων, αποτελούν ένα σύνολο με προτεραιότητες κυρίως οικολογικής συνειδήσεως με κυρίαρχο στόχο την αξιοποίηση και ταξινόμηση των φυσικών πόρων για πιο ομοιόμορφη μεταχείριση (Hultman and Corvellec, 2012 • NSW Environmental Protection Authority, 2020). Η ιεράρχηση σύμφωνα με τα πρότυπα εμφανίζεται σε στυλ πυραμίδας, την κορυφή της οποίας κατέχει η πρόληψη του FSWL (Πλεόνασμα Τροφίμων, Σπατάλη και Απώλεια). Οι (Van Ewijk and Stegemann 2016) έδειξαν ότι στην επικρατέστερη μορφή της στην Ε.Ε , η ιεραρχία των αποβλήτων παρά την ιδιαίτερη έμφαση που αποδίδει στην πρόληψη αυτών, δεν φαίνεται να παρουσιάζει αξιόλογα αποτελέσματα. Άρα, έμμεσα αποδεικνύεται το γεγονός ότι απαιτούνται συνεχείς προσπάθειες, ώστε να διατηρηθούν τα βρώσιμα τρόφιμα (Redlingshöfer κ.ά., 2020), (Dreyer κ.ά., 2019).

Οι αναλύσεις αποβλήτων συνήθως προέρχονται από μελέτες που ταξινομούν τα απόβλητα κατά διαστάσεις μάζας (Gustavsson and Stage, 2011; Katajajuuri et al., 2014). Μια πρώτη διάκριση παρουσιάζει τις εξής κατηγορίες: I) βρώσιμα, II) φυσικά μη βρώσιμα, III) υπολείμματα βιομηχανιών, IV) μη βρώσιμα λόγω φυσικών αιτιών, όπως είναι τα παράσιτα, V) μη βρώσιμα λόγω κακής διαχείρισης και VI) απώλειες και πιθανά σφάλματα κατά την παραγωγή. Μέσω αυτής της κατάταξης, ολοκληρώνεται η πυραμίδα και εκτός από την πρόληψη κατηγοριοποιούνται και τα απευθείας προς απόρριψη μη βρώσιμα τρόφιμα. Παράλληλα, παρουσιάζεται και μια νέα κατηγορία που αφορά την ανάκτηση προϊόντων από τα βιοδυλιστήρια απορριμμάτων τροφίμων φρούτων και λαχανικών (Teigiserova κ.ά., 2020).

Πιο αναλυτικά, όπως περιγράφεται στο (**Error! Reference source not found.**) , η κατηγορία I κάνει λόγο για όλα τα βρώσιμα τρόφιμα που είναι κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση, δηλαδή, την πλεονάζουσα τροφή. Η κατηγορία II περιλαμβάνει τη φυσική αλλά μη βρώσιμη τροφή και η κατηγορία III αφορά στα βιομηχανικά υπολείμματα. Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο κατηγοριών απορρέει από το γεγονός ότι η ομάδα των μη βρώσιμων προϊόντων τροφίμων επέρχεται λόγω αναπόφευκτης υποβάθμισης αυτών, όπως είναι τα σάπια τρόφιμα, ενώ, στην κατηγορία III οι απώλειες μη βρώσιμων τροφίμων είναι αποτέλεσμα διεργασιών κατά την μεταποίηση προκειμένου να παραχθούν νέα προϊόντα στην αγορά . Ωστόσο, και τα δύο θεωρούνται ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση.

Επιπλέον, περιγράφονται οι κατηγορίες V και IV που αφορούν στις περιπτώσεις τις οποίες το μη βρώσιμο τρόφιμο δεν μπορεί να αποφευχθεί, λόγω της υψηλής ευπάθειας ή λόγω απρόβλεπτων συνθηκών, αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί, επίσης, ότι το μη βρώσιμο κλάσμα τροφίμων των II-V κατηγοριών αντικατοπτρίζει ένα ισχυρό πεδίο ανάκτησης υλικών και κεντρίζει ιδιαίτερα το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για χρήση των απορριμμάτων τροφίμων ως δευτερεύοντα πόρου από τις βιομηχανίες (Mirabella et al . . , 2014 • Γαλανάκης, 2012). Ολοκληρώνοντας, η κατηγορία VI σχετίζεται με ζημιές που πιθανόν να είχαν προβλεφθεί ή και όχι. Παρόλα τα παραπάνω όμως, με μια άλλη οπτική διαφαίνεται η ικανότητα ανάπτυξης στρατηγικών με σκοπό την ανάκτηση πόρων από τις κατηγορίες II-III και IV-V αποβλήτων τροφίμων που θα μπορούσαν να αποφέρουν οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Για παράδειγμα, σε απρόβλεπτες καιρικές συνθήκες, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων κατηγορίας IV οι οποίες με την σειρά τους θα μπορούσαν να τροφοδοτήσουν τις υπάρχουσες βιομηχανίες ανάκτησης υλικών (Bisht κ.ά., 2020).

Όσον αφορά την πρόληψη στην οποία δίνεται και προτεραιότητα από την Ε.Ε, αυτή μπορεί εύκολα να επιτευχθεί με ποικίλους τρόπους, είτε μέσω αποδοτικότερων συστημάτων



Σχήμα 1. Προτεινόμενη κατάταξη απορριμμάτων που πρόκειται να αξιοποιηθούν από τα βιοδιυλιστήρια

εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας και διαχείρισης προμηθειών, αντίστοιχα, στο στάδιο της παραγωγής, είτε μέσω της επεξεργασίας και, είτε στοχεύοντας στην εκπαίδευση, τη συμπεριφορά και τις καταναλωτικές συνήθειες των καταναλωτών (Papargyropoulou et al., 2014; Garrone et al., 2014). Σε πρόσφατες βιβλιογραφικές παραπομπές γίνεται λόγος για τις

οικονομικές (Cicatiello et al., 2016; Brancoli et al., 2017), περιβαλλοντικές (Alexander and Smaje, 2008; Papargyropoulou et al., 2014) και κοινωνικές (Cicatiello et al., 2016) επιπτώσεις των απορριμμάτων με τον τομέα του λιανικού εμπορίου να παρουσιάζει μια όχι αξιόλογη συμμετοχή (Filimonau and Gherbin, 2017). Επισημαίνεται επίσης, ότι η μέθοδος της ιεράρχησης των απορριμμάτων τροφίμων βασίζεται στον συνδυασμό χρηματοοικονομικών και περιβαλλοντικών δεικτών. Έτσι, υιοθετείται ένα σύστημα με στόχο τη μείωση των απορριμμάτων, την ενημέρωση της πυραμίδας ιεράρχησης τροφίμων αλλά ταυτόχρονα και τον εντοπισμό προϊόντων με υψηλότερο οικονομικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο στο επίπεδο της λιανικής των τροφίμων (Dreyer κ.ά., 2019).

2.2 Ερευνητικό ενδιαφέρον

Οι έρευνες για τα απορρίμματα τροφίμων αποτελούν σημείο άξιου ενδιαφέροντος για τις περισσότερες επιστημονικές κοινότητες, γι' αυτό και την τελευταία δεκαετία αυξάνονται σταθερά παρουσιάζοντας στους καταναλωτές νέα δεδομένα και στατιστικά (Chen et al., 2017). Αρκετές μελέτες, εστιάζουν στο μέγεθος του κλάσματος των αποβλήτων (Gustavsson and Stage, 2011; Lebersorger and Schneider, 2014) και στις συνέπειες αυτών στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων (Mena et al., 2011, 2014; Papargyropoulou et al., 2014). Σε μια πρώτη μελέτη γίνεται λόγος για οικονομικές, περιβαλλοντικές αλλά και κοινωνικές επιπτώσεις. Οι αναλύσεις και τα δεδομένα αυτού του τρίπτυχου εστιάζουν στην ποσότητα, τη μάζα ή τον όγκο των παραγόμενων απορριμμάτων. Ορισμένες από τις εργασίες επιστρατεύονται στον υπολογισμό της μάζας των απορριμμάτων αναλογικά με τη μάζα των συνολικών πωλήσεων, δηλαδή το πηλίκιο απορριμμάτων (Gustavsson και Stage, 2011• Eriksson et al., 2012, 2014• Lebersorger and Schneider, 2014• Mena et al., 2014). Πιο πρόσφατες μελέτες, επικεντρώνονται στις αιτίες μείωσης της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, είτε αυτές είναι οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (Scholz et al., 2015; Brancoli et al., 2017) είτε πόροι που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αποβλήτων τροφίμων (Cicatiello et al., 2016). Ωστόσο, η παρακάτω μελέτη προτείνει για τους λιανεμπόρους μια μέθοδο ιεράρχησης των απορριμμάτων φιλικότερη προς την οικονομία και το περιβάλλον γενικότερα (Dreyer κ.ά., 2019).

Στην πρώτη μελέτη (Lebersorger and Schneider, 2014), τα δεδομένα που εξετάστηκαν για τον ποσοτικό προσδιορισμό των απορριμμάτων ταξινομήθηκαν σε μονάδες μέτρησης μάζας, και χρηματικό κόστος. Ορισμένες εργασίες επικεντρώθηκαν αποκλειστικά σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά (Gustavsson και Stage, 2011• Eriksson et al., 2012), ενώ άλλες συμπεριλάμβαναν προϊόντα ζωικής παραγωγής και αρτοποιασκεία. Επειδή

στόχος της μελέτης αποτελούσε η διευκόλυνση της ποσοτικοποίησης και η μείωση των απωλειών τροφίμων, τα προϊόντα που εξετάστηκαν ήταν εκείνα με τη μεγαλύτερη προτίμηση από τους καταναλωτές και την μεγαλύτερη παραγωγή όγκου απορριμμάτων σε ποσοστό δηλαδή που να αγγίζει περίπου το 50% των συνολικών αποβλήτων (Brancoli et al., 2017) ή το 55% της συνολικής περιοχής πωλήσεων (Cicatiello et al., 2017). Το πηλίκο των αποβλήτων που δηλώνει την μάζα των απορριμμάτων σε αναλογία με τη μάζα των συνολικών πωλήσεων αποτελεί έναν όχι και τόσο αξιόπιστο δείκτη απορριμμάτων από μόνο του, γι' αυτό οι (Eriksson et al. 2012) εξέτασαν συνδυαστικά και την ποσότητα απορριμμάτων ανά προϊόν. Διαπιστώθηκε έτσι, ότι τα προϊόντα που έφεραν τις μεγαλύτερες ποσότητες αποβλήτων όπως τα σταφύλια παρουσίαζαν χαμηλότερο πηλίκο συγκριτικά με τρόφιμα όπως οι ντομάτες, υποδεικνύοντας έτσι την επίπτωση του συνόλου των απορριμμάτων κάθε είδους προϊόντος στον τομέα της σπατάλης φρούτων και λαχανικών. Σε επόμενη μελέτη, ο (Scholz et al. 2015) παρακολούθησε το αποτύπωμα άνθρακα (CF) των αποβλήτων προς εκπομπές που σχετίζονται με όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού μετά την συγκομιδή, πολλαπλασιαζόμενη επί τη συνολική μάζα που σπαταλάται στα καταστήματα. Διέκρινε έτσι μια αισθητή διαφορά ανάμεσα στα προϊόντα που σχετίζεται με τη σπατάλη μάζας έναντι των αποβλήτων αποτυπώματος άνθρακα και φάνηκε ότι η ανάλυση των απορριμμάτων τροφίμων αποτελεί βασικό πυλώνα για τον προσδιορισμό αλλά και την εφαρμογή στόχων και προτεραιοτήτων μείωσης των απωλειών (Dreyer κ.ά., 2019).

Πιο αναλυτικά, η έρευνα περιλάμβανε στοιχεία απορριμμάτων από 12 διαφορετικά σκανδιναβικά καταστήματα λιανικής πώλησης. Τα καταστήματα αυτά παρουσίαζαν παρόμοιες αποστάσεις από τις αποθήκες διανομής, παρόμοιες οικονομικές απολαβές, και ποσοστά σπατάλης. Τα καταστήματα λοιπόν, καταχωρούσαν σε ένα κοινό πληροφοριακό σύστημα τα προϊόντα με περασμένες ημερομηνίες λήξης ή τα πλέον αποικοδομήσιμα φρούτα και λαχανικά ή κρέατα και τα ορίζανε ως απόβλητα. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούσαν μια χρονική περίοδο περίπου 9,5 μηνών. Όσον αφορά, τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε η μονάδα μέτρησης (kg/CO₂e). Παρατηρήθηκε λοιπόν, μια γραμμική εξάρτηση μεταξύ των λογαρίθμων οικονομικών και περιβαλλοντικών μεταβλητών. Η κατηγορία των φρούτων και λαχανικών και πιο συγκεκριμένα τα μούρα και οι πατάτες κατατάχθηκαν στην κορυφή (από άποψη μάζας και χρηματικής αξίας) σε μελέτες των (Lebersorger και Schneider 2014), καθώς και ως προς τη μάζα και το αποτύπωμα άνθρακα σε μια μελέτη των (Scholz et al. 2015). Και για τις δύο ομάδες προϊόντων, οι επιπτώσεις των αποβλήτων στην οικονομία υπερεπερνούσαν έναντι του αντίκτυπου στην παραγωγή kg/CO₂e. Επίσης, τα αρτοσκευάσματα παρουσίαζαν σημαντικό

αντίκτυπο, προσβάλλοντας τόσο τα kg/CO₂e όσο και την οικονομική βιωσιμότητα, σε αντίθεση με τα ζωικής προέλευσης προϊόντα και είδη ζαχαροπλαστικής που φάνηκε να έχουν μικρότερη συνεισφορά στις δύο αυτές μεταβλητές. Με άλλα λόγια, εάν η οικονομική βιωσιμότητα είναι ο κύριος στόχος για τη μείωση των απορριμμάτων, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στα αρτοπαρασκευάσματα και έπειτα στα φρούτα και λαχανικά (Dreyer κ.ά., 2019).

Εύλογα λοιπόν συμπεραίνεται, ότι τα κλάσματα των αποβλήτων κάθε ομάδας προϊόντων χρήζουν εξατομικευμένης τοποθέτησης στην πυραμίδα της ιεραρχίας σύμφωνα πάντα με τις διαστάσεις βιωσιμότητας που παρουσιάζουν σε επίπεδο οικονομίας και περιβάλλοντος. Η παρούσα μελέτη, αποδεικνύει ότι η διαχειριστική παρέμβαση εντός και εκτός της αλυσίδας εφοδιασμού, αποτελεί βασικό πυλώνα για την ιεράρχηση της πυραμίδας των αποβλήτων τροφίμων, ενώ, παράλληλα τονίζει ότι οι νομισματικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποβλήτων αρτοσκευασμάτων είναι πιο έντονες απ' ότι μεταξύ φρούτων και ζωικής προέλευσης προϊόντων (Dreyer κ.ά., 2019).

2.3 Μελλοντικές προτάσεις αξιοποίησης απορριμμάτων φρούτων και λαχανικών

Όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω, τα απόβλητα τροφίμων εάν αξιοποιηθούν σωστά μπορούν να αποτελέσουν εξαιρετικές αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές αλλά και ανανεώσιμες πηγές που κάλλιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή νέων προϊόντων (super foods), φαρμάκων αλλά εκτός αυτού, να χρησιμοποιηθούν και στον τομέα της παραγόμενης ενέργειας. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο, απαιτούνται μελέτες και έρευνες για τον εντοπισμό βιοδραστικών ενώσεων από τα υπολείμματα τους και έγκρισή τους για την παρασκευή καινοτόμωνσκευασμάτων. Αντίστοιχα, μεγάλες ποσότητες βιομηχανικών αποβλήτων οπωροκηπευτικών, αξιοποιούνται με σκοπό την παραγωγή βιοαερίου έναντι ηλεκτρικής ενέργειας και η εφαρμογή αυτής της σύγχρονης ιδέας θα πρέπει να αποτελεί βασικό τρόπο λειτουργίας των περισσότερων αγροτικών επιχειρήσεων προκειμένου να συμβαδίσουν με τα νέα δεδομένα της κυκλικής οικονομίας, της επιχειρησιακής οικονομίας και τον όρο eco-friendly που υποστηρίζεται τα τελευταία χρόνια (Bisht κ.ά., 2020).

Οι βιομηχανίες «επεξεργασίας φρούτων» στην Νότια Ασία φαίνεται να ανθίζουν τον τελευταίο καιρό, εστιάζοντας στη δημιουργία μονάδων αξιοποίησης φρούτων και την εμπορία προϊόντων προστιθέμενης αξίας. Συγκεκριμένα, η χρήση των φρούτων για μεταποίηση αντιπροσωπεύει τη συνολική οπωροκηπευτική παραγωγή σε ποσοστό 1,8% σε αντίθεση με άλλες ανεπτυγμένες χώρες. Η ινδική αγορά κατέχει μεγάλο όγκο αξιοποιήσιμης πρώτης ύλης, παρόλα αυτά, οι όχι και τόσο ορθά προμελετημένοι χειρισμοί οδηγούν σε

απώλειες της τάξεως των 30-35 % των προϊόντων φρούτων ετησίως. Μερικά προϊόντα από βιομηχανικά απόβλητα φρούτων και λαχανικών όπως είναι τα έλαια, οι πηκτίνες, τα ένζυμα, οι φλούδες, οι πυρήνες, οι ρίζες, μπορούν να αποτελέσουν υλικά για την παραγωγή αρτοσκευασμάτων, γλυκών, μαρμελάδων και πολλών άλλων συναφών παρασκευασμάτων. Για παράδειγμα, οι φλούδες εσπεριδοειδών, αξιοποιούνται, ως πηγή αιθέριου ελαίου αποδίδοντας 0,5 με 3,0 κιλά έλαιο/τόνους φρούτων. Το έλαιο αυτό προστίθεται ευρέως σε αλκοολούχα ποτά, ροφήματα ή και προϊόντα αισθητικής. Παράλληλα τα ενδοσπέρμια των φρούτων του πάθους, που κατά βάση καταλήγουν στα απόβλητα, αποτελούν σημαντική πηγή βασικών λιπαρών οξέων (Adsule and Kadam, 1995• Cassia Roberta Malacrida Neuza Jorge, 2012) κυρίως λόγω των πολυφαινολών που χαρακτηρίζονται από την ιδιότητα να μειώνουν τη συχνότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων και να αναστέλλουν την οξείδωση της «κακής» χοληστερόλης (LDL). Ακόμη, ο πολτός των φρούτων και τα προκύπτοντα κατά την επεξεργασία κομμάτια αυτών μπορούν να αναδιαμορφωθούν με τη διαδικασία της ανάκτησης, μια διαδικασία σχετικά απλή, κατά την οποία, το μόνο που γίνεται, είναι συμπίεση της μάζας του πολτού, προσθήκη σακχαρόζης, πηκτηματοποιητή αλγινικού νατρίου, χλωριούχου ασβεστίου για σχηματισμό συμπαγούς γέλης και προσθήκη του χυλού σε καλούπια. Ωστόσο, προϊόντα που ανακτώνται και παρασκευάζονται με τέτοιου είδους τεχνικές δεν έχουν λάβει ακόμη ισχυρή θέση στην αγορά, διότι, είναι ακόμη σε στάδιο αξιολόγησης από τους καταναλωτές παρόλο που όλα τα προαναφερόμενα συστατικά είναι ασφαλή και επιτρεπόμενα για κατανάλωση στις περισσότερες χώρες (Bisht κ.ά., 2020).

Όσον αφορά την αξιοποίηση φρούτων και λαχανικών, διστακτική αντιμετώπιση φαίνεται να παρουσιάζει και το κομμάτι επεξεργασίας τους προς προϊόντα με λειτουργικές ιδιότητες χωρίς όμως αυτό να μην αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο πεδίο με παγκόσμια εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα, διάφορες ενώσεις μπορούν να υποκαταστήσουν συνθετικά πρόσθετα και με αυτόν τον τρόπο να προσδώσουν στο προϊόν εκτός από τεχνολογικές ιδιότητες, οφέλη για την υγεία των καταναλωτών, και όχι μόνο. Πιο αναλυτικά, φρούτα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά όπως είναι οι μπανάνες, μπορούν έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφές αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα αξιοποίησης απορριμμάτων οπωροκηπευτικών, ενισχύοντας την υγεία των ζώων και βοηθώντας ταυτόχρονα στην οικονομική ενίσχυση των μονάδων ζωικής παραγωγής.

Τελειώνοντας, παρατηρώντας το πρόβλημα αξιοποίησης των απορριμμάτων φρούτων και λαχανικών από μια άλλη σκοπιά, φαίνεται ότι, η πρόληψη της σπατάλης

τροφίμων, παρόλο που αποτελεί την καίρια προτεραιότητα σήμερα, βρίσκεται εκτός πεδίου της νομοθεσίας για τα απόβλητα γι' αυτό στο άμεσο μέλλον, ίσως και να μην παρουσιαστούν επιτυχημένα αποτελέσματα σε όλους τους τομείς. Ο ANSES (Γαλλικός Οργανισμός Τροφίμων, Περιβαλλοντικής και Υγείας και Ασφάλειας στην εργασία) ερευνά τον κίνδυνο υπολειμμάτων συσκευασίας ζωοτροφών από περίσσεια τρόφιμα. Με αυτόν τον τρόπο, εύκολα μπορεί να γίνει λόγος για απαίτηση υιοθέτησης κανονισμών για την υγιεινή, την ασφάλεια και έμμεσα να θεωρηθεί απαραίτητη και η εναρμόνιση όλων των εθνικοτήτων προκειμένου να αποφευχθεί το πλεονάζον διεθνές εμπόριο. Ωστόσο, με δεδομένα τη σημερινή πολιτική και τις πρακτικές διαχείρισης, η ιεράρχηση των αποβλήτων, δεν αποτελεί ακόμη κατευθυντήρια γραμμή που εφαρμόζεται στην καθημερινότητα για την ανάγκη επικράτησης ευνοϊκού περιβάλλοντος. Έτσι, ένας τρόπος πιο ουσιαστικής προσέγγισης του ζητήματος θα μπορούσε να είναι μία πλατφόρμα πολιτικής με συζητήσεις για τον τρόπο μείωσης της υπερκατανάλωσης αλλά και της υπερπαραγωγής με αποτελεσματικότερα, οικολογικότερα αλλά και οικονομικότερα συστήματα μείωσης απορριμμάτων τροφίμων. Αυτή η προσέγγιση θα μπορούσε παράλληλα να εκτοπίσει τις πιθανότητες για τον στόχο του SDG («μείωση κατά κεφαλήν παγκόσμια σπατάλη τροφίμων σε επίπεδο λιανικής και καταναλωτή και μείωση των απωλειών τροφίμων κατά μήκος των αλυσίδων παραγωγής και εφοδιασμού έως το 2030») προκειμένου να μην πολιτικοποιηθεί εντελώς (Redlingshöfer κ.ά., 2020).

Κεφάλαιο 3. Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτύπωμα αποβλήτων φρούτων και λαχανικών

3.1. Παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία αποβλήτων φρούτων και λαχανικών εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η επισιτιστική ασφάλεια στις μέρες μας χρήζει βελτίωσης μέσα σε ολόκληρο το σύστημα τροφίμων από το χωράφι μέχρι και το πιάτο. Η αναμενόμενη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού που φαίνεται να αγγίζει τα 9,7 δισεκατομμύρια και σε συνδυασμό με τη ζήτηση τροφίμων, προβλέπεται να είναι της τάξης του 59%–98% έως το 2050. Σε μια έρευνα ο (Amarasinghe et al. 2007) έδειξε ότι η κατανάλωση γεωργικών προϊόντων όπως φρούτα, λαχανικά και έλαια δύναται να αυξηθεί από 29% που ήταν για το έτος 2000, στο 33% για το έτος 2025, ενώ το 2050 φαίνεται ότι θα αγγίξει το 37%. Προκειμένου λοιπόν, να υπάρξει ανταπόκριση στη ζήτηση της αγοράς, κλάδοι όπως της φυτικής παραγωγής, της μεταποίησης και γενικότερα της συνολικής αλυσίδας εφοδιασμού απαιτούν βελτίωση με την βοήθεια νέων τεχνικών που στοχεύουν στη μείωση των απωλειών σε όλο τον κύκλο ζωής του τροφίμου. (Gardas κ.ά., 2017)

Στις ανεπτυγμένες χώρες, το 70% με 80% των τροφίμων υφίσταται μεταποίηση προκειμένου να υπάρξει μεγάλη γκάμα προϊόντων η οποία να ανταποκρίνεται στις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του καταναλωτικού κοινού. Το γεγονός αυτό όμως, έχει σαν αποτέλεσμα την καθιέρωση αυστηρών προτύπων για την προώθηση των προϊόντων στην αγορά και κατά συνέπεια την ολοένα και μεγαλύτερη σπατάλη τροφίμων. Ειδικότερα, η παραγωγή φρούτων και λαχανικών ελέγχει ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέρος της παγκόσμιας οικονομίας, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που παρουσιάζουν τα ευπαθή τρόφιμα όπως είναι τα οπωροκηπευτικά, οδηγώντας κατά αυτόν τον τρόπο σε διατάραξη της εφοδιαστικής αλυσίδας (Gardas κ.ά., 2017).

3.2 Σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδα στα οποία πραγματοποιούνται μεγαλύτερες απώλειες τροφίμων

Η απώλεια τροφίμων στο στάδιο της λιανικής παρουσιάζει υψηλότερο επίπεδο συγκρινόμενη με τα πρώτα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού (Priefer et al., 2016), όπως είναι η συγκομιδή, η παραγωγή και μεταποίηση. Στις αναπτυσσόμενες χώρες ωστόσο, δεν παρατηρείται κάτι τέτοιο, αντιθέτως η απόρριψη φρούτων και λαχανικών φαίνεται να είναι σημαντικότερη ιδίως στα στάδια αμέσως μετά τη συγκομιδή (Parfitt et al., 2010). Σε μια

έρευνα, οι (Devin & Richards, 2018) (Negi and Anand) μελέτησαν τις πηγές πρόκλησης αποβλήτων τροφίμων , τους λόγους που σχετίζονται με τις απώλειες στο μετασυλλεκτικό στάδιο αλλά και τους παράγοντες που προκαλούν σπατάλη στην χώρα της Ινδίας στα φρούτα και λαχανικά. Σε άλλη έρευνα, οι (Dastagiri et al. 2013) μελέτησαν τις απώλειες στα στάδια παραγωγής καθώς και τη θέση που κατέχει ο κλάδος του μάρκετινγκ στο φαινόμενο της πρόκλησης απορριμμάτων τροφίμων. Ο (Kumar et al. 2014) προσδιόρισε εννέα κρίσιμα σημεία που αφορούν την Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη των προμηθευτών μέσω του συστήματος ISM (Interpretive Structural Modeling Methodology). Το σύστημα αυτό αποτελεί μια ερμηνευτική προσέγγιση βασισμένη στις κρίσεις των ειδικών που καθορίζει τη σχέση μεταξύ των διαφορετικών και άμεσα σχετιζόμενων παραγόντων ενός ζητήματος ή ενός προβλήματος (Gokarn & Kuthambalayan, 2017).

Τα αποτελέσματα της έρευνας του (Kumar et al.) παρουσίασαν δεκατέσσερις λόγους πρόκλησης των απωλειών στην εφοδιαστική αλυσίδα οι οποίοι περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω (Πίνακας 1), (Πίνακας 2), (**Error! Reference source not found.**) :

Πίνακας 1. Συνέπειες πρόκλησης απωλειών κατά την μεταφορά και αποθήκευση τροφίμων

Μειωμένος χώρος αποθήκευσης, απουσία	Ποιοτική υποβάθμιση λόγω ακατάλληλης φροντίδας χειρισμού (μηχανικές βλάβες, βιοχημικές φθορές, απώλεια φρεσκάδας και γεύσης).
1. κατάλληλων θερμοκρασιακών συνθηκών κατά τη μεταφορά και αποθήκευση, απουσία	Ανεπαρκής ψυκτική αλυσίδα μπορεί να οδηγήσει σε απώλειες της τάξης του 20-30 %.
εγκαταστάσεων αποθήκευσης, και συσκευασίας	Όσο πιο μακριά απο τον τόπο συγκομιδής βρίσκονται οι αποθήκες, τόσο μεγαλύτερος ο χρόνος μεταφοράς και η βλάβη των προϊόντων, ιδιαίτερα όταν τα μεταφορικά μέσα δεν πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις.

Πίνακας 2. Συνέπειες που προκύπτουν από έλλειψη συντονισμού εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας

2.	Μειωμένη ευελιξία στους τρόπους μεταποίησης, απουσία επικοινωνίας μεταξύ αγροτών και μεταποιητών και έλλειψη συντονισμού	Περιορισμένη δυνατότητα εφαρμογής κατάλληλων επιλογών επεξεργασίας, λόγω έλλειψης τεχνικής εμπειρογνομosύνης.
		Η εποχικότητα της καλλιέργειας επηρεάζει τις μεταποιητικές βιομηχανίες γεγονός που προκαλεί χαμηλές τιμές στους αγρότες και υψηλές στους μεταποιητές.
		Έλλειψη τεχνολογίας παρακολούθησης, έλλειψη επικοινωνίας και έλλειψη τεχνικής υποστήριξης, συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την πρόκληση

Πίνακας 3. Συνέπειες απόλειας όγκου τροφίμων λόγω έλλειψης κρατικών υποδομών

3.	Έλλειψη κρατικής υποστήριξης για υποδομές επικοινωνιών, χρηματοδοτούμενα προγράμματα για έρευνα στην γεωργία και την αγορά και όχι και τόσο αποτελεσματικό σύστημα ιχνηλασιμότητας	Χάσμα μεταξύ των βιομηχανιών και των κυβερνητικών θεσμών.
		Η όχι και τόσο καλή γνώση της αγοράς σε συνδιασμό με την ανεπαρκή ενημέρωση των αγροτών συνεπάγεται τη λανθασμένη τιμολόγηση των εμπορευμάτων τις μεγάλες απώλειες και τις καθυστερήσεις στην παράδοση.
		Αναποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας να μπορεί να προκαλέσει αδυναμία γραμμικής κωδικοποίησης.

3.3 Πρότυπα εντός της αλυσίδας εφοδιασμού που συμβάλλουν στο αποτύπωμα απωλειών τροφίμων

Δεδομένου, ότι τα πρότυπα της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UNECE), έχουν διεθνή αναγνώριση, το γεγονός αυτό δεν συνεπάγεται καμιά νομική ταξινόμηση παρά μόνο τοποθέτηση προϊόντων σε κατηγορίες και επίπεδα ποιότητας προκειμένου αυτά να πληρούν τις απαιτήσεις των καταναλωτών όπως είναι η συσκευασία, η ομοιομορφία και το βάρος. Πρότυπα λοιπόν, όπως αυτά της UNECE επηρεάζουν άμεσα τις προδιαγραφές των συστατικών και χαρακτηριστικών που επιτρέπουν την ομαλή διεξαγωγή των εργασιών μεταξύ των λιανοπωλητών και μεταποιητών και παραγωγών. Έτσι, παρόλο που τα απόβλητα τροφίμων εντοπίζονται σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού (Εικόνα 5) οι αιτίες και οι ποσότητες για κάθε κατηγορία προϊόντων είναι διαφορετικές αλλά και συγχρόνως αλληλένδετες, εφόσον τα απόβλητα τροφίμων, σε επίπεδο αγροτών, προκαλούνται από πρότυπα του λιανικού εμπορίου και τα πρότυπα αυτά προκύπτουν από

τις καταναλωτικές προτιμήσεις του κοινού. Από τα παραπάνω λοιπόν, συμπεραίνεται ότι η ανάλυση των αιτιών και η απόδοση ευθυνών που αφορούν την τρέχουσα κατάσταση αποδίδουν ευθύνες στη συνολική συμπεριφορά μεταξύ ανθρώπων και συστήματος και όχι απαραίτητα σε έναν μεμονωμένο κλάδο. (Göbel κ.ά., 2015)



Εικόνα 5. Τομείς που εμπλέκονται στην διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού

<https://www.accountancygreece.gr/ev-oi-epiptoseis-toy-covid-19-stis-efodiastikes-alyssides-kai-tis-alyssides-axias/>

3.4. Τρόπος δράσης της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης έναντι της δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων

Παρά το γεγονός ότι ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών έχει ήδη από το 2011 αναδείξει μια σειρά από λόγους σπατάλης τροφίμων στις οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες και τον αντίκτυπο αυτής στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα (Heller and Keoleian 2014, Poore and Nemecek 2018), ο τρόπος με τον οποίο συγκεκριμένες παρεμβάσεις θα μπορούσαν να επηρεάσουν από κοινού το ζήτημα αυτό δεν έχουν ακόμη καταγραφεί. Με μια πρώτη ματιά, όπως σημειώνεται σε έρευνα των (Qi κ.ά., 2022), η δεοντολογία της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης, πολλών εταιριών του τομέα των τροφίμων, φαίνεται να συμφωνεί με τις ευθύνες της κοινωνίας και της πολιτείας που είναι για παράδειγμα η δωρεά βρώσιμων τροφίμων σε φιλανθρωπικά παντοπωλεία τα οποία διαφορετικά θα κατέληγαν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Παρόλο όμως το θετικό

αντίκτυπο της δράσης αυτής δεν μπορεί η ίδια να επαρκέσει για τη ριζική αντιμετώπιση του προβλήματος (Devin & Richards, 2018).

Σε μια μελέτη, που αφορά την ΕΚΕ (Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη) και τον ρόλο που διαδραματίζει στο ζήτημα της σπατάλης τροφίμων εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας, αναφέρεται, ότι στη Γαλλική κοινότητα η νομοθεσία απαγορεύει την αλόγιστη απόρριψη τροφίμων και προορίζει τα βρώσιμα απόβλητα για δωρεά σε οργανισμούς διάσωσης τροφίμων ή ζωοτροφές (2015, White). Γίνεται λοιπόν αντιληπτή, η ανάγκη ισχυρής παρέμβασης της κυβέρνησης για επιβολή αυστηρότερων κυβερνητικών ενεργειών προκειμένου η εφοδιαστική αλυσίδα να καταστεί πιο βιώσιμη και ισορροπημένη (Devin & Richards, 2018). Ήδη, με μια πρώτη ματιά στο δημοσίευμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής του έτους του 2020 που αφορά το κομμάτι «Farm to Fork», οι μεταποιητές και λιανοπωλητές τροφίμων επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τις διατροφικές επιλογές του καταναλωτικού κοινού προκειμένου να καταστεί βιώσιμη η πορεία των τροφίμων. Ωστόσο, όπως αναφέρεται στο άρθρο με τη βοήθεια κανονισμών και επιχειρηματικών βιομηχανικών πρακτικών, η πορεία της υγείας του κλάδου των τροφίμων αλλά και των καταναλωτών κρίνεται ενθαρρυντική (Devin & Richards, 2018).

3.5. Στρατηγικές προσέγγισης του προβλήματος από την πλευρά της οικονομίας

Η προώθηση της μείωσης απορριμμάτων τροφίμων με την βοήθεια υιοθέτησης συστηματικών κυρώσεων και ανταμοιβής αναλογικά με το επίπεδο δράσης αποτελεί μια εξαιρετικά σημαντική ανάγκη για την προσέγγιση του προβλήματος. Η εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών, η παροχή κονδυλίων για απόκτηση νέων καινοτομιών τεχνολογιών, αλλά και περισσότερο η κατανόηση της σπουδαιότητας εφαρμογής λύσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος από το καταναλωτικό κοινό, υποστηρίζουν οι ειδικοί ότι μπορεί να αποτελέσει ένα ισχυρό βήμα για την αντιμετώπιση του ζητήματος των απορριμμάτων και ταυτόχρονα θα συνεισφέρει και στην οικονομία της αγοράς, αφού, η ροή των πληροφοριών ή αλλιώς η ιχνηλασιμότητα εντός της αλυσίδας εφοδιασμού θα διευκολυθεί μέσω ανοιχτών δημοπρασιών. Όσον αφορά τον τομέα μεταξύ εταιριών, με την εφαρμογή αυτών των διορθωτικών ενεργειών, πρόκειται να καταστούν ανταγωνιστικότερες, και περισσότερο αξιόπιστες λόγω της αύξησης των πωλήσεων, μείωσης του κόστους, αλλά και της προσφοράς θέσεων εργασίας σε κάθε περιοχή (Gardas κ.ά., 2017).

3.6. Πρακτικές διορθωτικών ενεργειών από το καταναλωτικό κοινό

Σε μια άλλη έρευνα αντιμετώπισης των προκλήσεων αυτών, φαίνεται ότι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει έναν «Οδικό χάρτη για μια Ευρώπη αποδοτική ως προς τους πόρους» προκειμένου να μειώσει στο 20% το ποσοστό σπατάλης τροφίμων. Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι ο χαρακτηρισμός των προϊόντων τροφίμων ως απορρίμματα χρήζει ταξινόμησης. Δηλαδή, τα τρόφιμα αυτά, θα πρέπει να διακρίνονται ανάλογα με την κατάσταση τους σε αυτά που δεν ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές του πελάτη και σε αυτά που πρόκειται να επιφέρουν κίνδυνο στην υγεία του καταναλωτή. Επειδή λοιπόν, η πρόληψη είναι η καλύτερη θεραπεία, είναι ανάγκη να εστιάσουν οι αρχές στη σωστή λειτουργία εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας απομακρύνοντας από αυτή όσο το δυνατόν περισσότερα προϊόντα που ενδεχομένως να προκαλέσουν προβλήματα στην μετέπειτα πορεία της αλυσίδας. (Göbel κ.ά., 2015)

Όσον αφορά μεμονωμένα το κομμάτι των καταναλωτών, στο άρθρο που παρουσιάζει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στην ανάγκη σημάνσεων των υποχρεωτικών ενδείξεων των προϊόντων λαμβάνοντας πλήρως υπόψη τις επιπτώσεις στην ενιαία αγορά, ενώ παράλληλα, σημειώνεται και η δυνατότητα εφαρμογής οικολογικών ιδεών που θα στηρίζονται σε περιβαλλοντικές και διατροφικές πτυχές. Συγκεκριμένα, συστήνεται ο επαναπροσδιορισμός του τρόπου καθορισμού αλλά και μείωσης υποχρεωτικών προτύπων στην εφοδιαστική αλυσίδα (Göbel κ.ά., 2015).

Επίσης, ορισμένες πιο προσβάσιμες πρακτικές προσέγγισης του θέματος από την πλευρά των καταναλωτών μπορούν επισημανθούν σε αυτό το κομμάτι. Αρχικά, το σύνολο των καταναλωτών είναι σημαντικό να σχεδιάζει ένα πλάνο με τα εβδομαδιαία του γεύματα και να φροντίζει να προμηθεύεται από τα ράφια της αγοράς, τέτοιες ποσότητες τροφίμων που να καλύπτουν το συγκεκριμένο πρόγραμμα διατροφής και μόνο. Επίσης, οι ποσότητες του καθημερινού διαιτολογίου, ιδανικά θα πρέπει να επαρκούν στις θερμιδικές ανάγκες του κάθε καταναλωτή και όχι να υπερβαίνουν αυτές. Ωστόσο, σε περιπτώσεις όταν αυτό δεν είναι εφικτό μια επόμενη λύση είναι το μοίρασμα του με άτομα του στενού κοινωνικού περίγυρου ή η δωρεά του σε τράπεζες τροφίμων, αν και μόνο αν φυσικά εξακολουθεί να διατηρεί την ποιότητά του. Θα μπορούσε ακόμη, να αποθηκευτεί σύμφωνα με τους κανόνες ορθής πρακτικής υγιεινής και να καταναλωθεί ως ένα επόμενο γεύμα. Τελειώνοντας, η αρχή «First in First out» θα μπορούσε κάλλιστα να επιτρέψει την ορθή χρήση προϊόντων τροφίμων και ειδικότερα φρούτων και λαχανικών. Ουσιαστικά, κατά αυτόν τον τρόπο, τα φρούτα και λαχανικά που μπορεί να φέρουν φθορές και τάσεις αποικοδόμησης τοποθετούνται εξωτερικά του ραφίου και είναι πιθανότερο να καταναλωθούν γρηγορότερα

(<https://www.eufic.org/en/food-safety/article/how-to-reduce-food-waste-at-home>).

3.7. Στρατηγικές υιοθέτησης διορθωτικών ενεργειών έναντι της σπατάλης τροφίμων από την πολιτεία

Επίσης, εστιάζοντας στις αυτόνομες δράσεις της κάθε πολιτείας, σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη των (Priefer et al.) για την Γερμανία, που αφορά τον εντοπισμό τρόπων δράσης ελαχιστοποίησης των αποβλήτων τροφίμων, τονίζεται η ανάγκη αναθεώρησης των κανονισμών για την ασφάλεια τροφίμων προκειμένου να αναδειχθούν ενέργειες της καθημερινότητας των καταναλωτών που εμμέσως θεωρούνται υπεύθυνες για την απόρριψη των τροφίμων. Σύμφωνα λοιπόν με την έρευνα, τα βασικά πεδία δράσης, βρέθηκαν να είναι η ενίσχυση διεργασιών και η διαχείριση της επικοινωνίας στην αλυσίδα τροφίμων, οι υποδομές, η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση καθώς επίσης και η ανατίμηση αλλά και η ενίσχυση των προϊόντων (Göbel κ.ά., 2015).

Αναλύοντας το πρώτο πεδίο δράσης, προκύπτει η ανάγκη συμμετοχής της κάθε εταιρίας στη διαδικασία της παραγωγής ώστε από την μια να επικεντρωθεί στις δικές της διαδικασίες, αλλά από την άλλη, να βελτιώσει τις πρωτοβουλίες προηγούμενων σταδίων που οδηγούν στη δημιουργία αποβλήτων. Στο δεύτερο πεδίο δράσης που αφορά τη δομή και τους κανονισμούς, τονίζεται, ότι τα απόβλητα που προέρχονται από την παραγωγή χρήζουν ταξινόμησης με βάση τα πρότυπα και την ποιότητα. Γι' αυτό, η ενημέρωση και η εκπαίδευση των υπευθύνων της εφοδιαστικής αλυσίδας και του καταναλωτικού κοινού τίθεται στην κορυφή της πυραμίδας των προτεραιοτήτων. Όσον αφορά τις ενέργειες ανάκτησης προϊόντων τροφίμων που προορίζονται για απόρριψη, γίνεται λόγος για διαχείριση αποβλήτων μέσω πρωτοβουλιών της εκάστοτε περιφέρειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, η ενίσχυση υπηρεσιών για υποστήριξη και ενίσχυση των καινοτομιών. Τελειώνοντας, η τελευταία δράση που δεν είναι άλλη από την εκτίμηση αλλά και ταυτόχρονη ενίσχυση των προϊόντων, φαίνεται ότι σε συνδυασμό με την προώθηση καινοτομιών θα μπορούσε να αποτελέσει μια ιδανική ενέργεια για καλύτερη και πιο προσεκτική διαχείριση αλλά και προετοιμασία του φαγητού που στην σημερινή εποχή έρχεται σε δεύτερη μοίρα λόγω των καθημερινών απαιτήσεων (Göbel κ.ά., 2015).

Για να παρέχονται λοιπόν, ασφαλή και αξιόπιστα προϊόντα, από την μεριά της η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ισχυρίζεται ότι μέσα στα επόμενα 8 χρόνια θα προσπαθήσει με την βοήθεια τρίτων χωρών να καθιερώσει «Πράσινες Συμφωνίες» που θα σχετίζονται προγράμματα και ιδέες για το πρόγραμμα «Farm to Fork». Αξίζει να σημειωθεί, ότι εκτός από τις δράσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η εν συναίσθηση και η ευαισθησία του

καταναλωτικού κοινού είναι υψίστης σημασίας. Με άλλα λόγια, κάθε μέλος της εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να αναγνωρίζει κινδύνους τόσο εντός, όσο και εκτός των δικτύων του. Το να καταστούν οι εργαζόμενοι και οι διευθυντές ικανοί και ενημερωμένοι σχετικά με τις πρακτικές μείωσης των απωλειών και των απορριμμάτων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Η ανταλλαγή γνώσεων, στην αλυσίδα εφοδιασμού είναι σημαντική για την επίτευξη των στόχων της κάθε πολιτείας. Για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων και τη διασφάλιση της ασφάλειας αυτών, η ηγεσία ποιότητας αλλά και της αλυσίδας εφοδιασμού, μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία διαχείρισης της ποιότητας και των απωλειών. (Göbel κ.ά., 2015).

Κεφάλαιο 4. Επιπτώσεις των αποβλήτων φρούτων και λαχανικών στο περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία

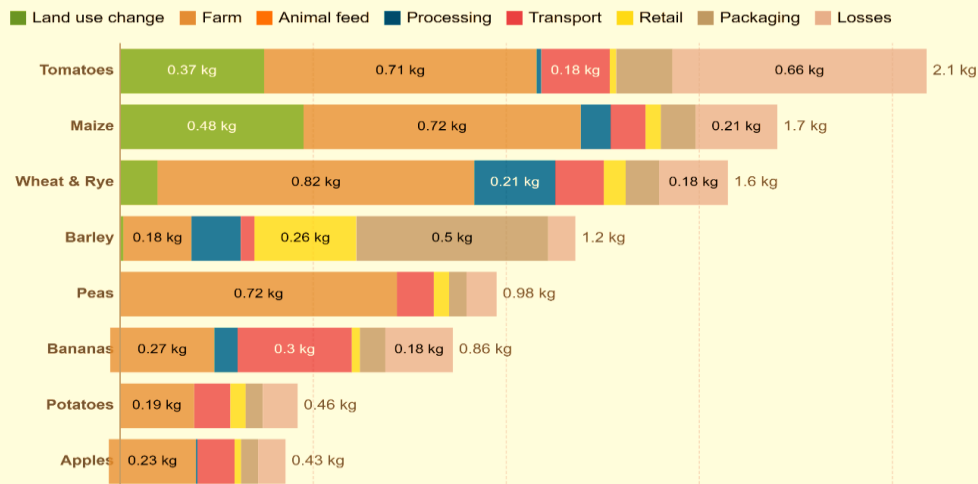
4.1. Αντίκτυπος αποβλήτων φρούτων και λαχανικών στο περιβάλλον

Ο κλάδος των τροφίμων φαίνεται να ευθύνεται για ένα αξιόλογο ποσοστό εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου. Το γεγονός αυτό, ως ένα σημείο θεωρείται αποδεκτό αφού το φαγητό αποτελεί ανάγκη για την επιβίωση των ανθρώπων και άλλων ζώντων οργανισμών. Το κομμάτι που χρήζει μελέτης, είναι οι επιπτώσεις των τροφίμων που θεωρούνται ακατάλληλα για βρώση. Σύμφωνα με μια βιβλιογραφία περίπου το 24% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, απορρέει από κακές λειτουργίες και διαχειρίσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας στα στάδια της παραγωγής και μεταποίησης, ενώ το 15% των εκπομπών αερίου προέρχεται από τα τελευταία στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού που αφορούν τις μεταχειρίσεις στο στάδιο λιανικής και κατανάλωσης. Όπως πρόκειται να παρουσιαστεί και παρακάτω στο ραβδόγραμμα (Σχήμα 2. 1) τα ποσοστά αποτυπώματος διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπονται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και ο περιβαλλοντικός τους αντίκτυπος φαίνεται να διαφέρει αισθητά μεταξύ των διαφορετικών ειδών φρούτων και λαχανικών. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη, ότι το ποσοστό της παγκόσμιας σπατάλης τροφίμων στην εφοδιαστική αλυσίδα και όχι μόνο αγγίζει το 30% (Gustavsson et al., 2011) καθώς και ότι η παραγωγή και μεταποίηση τροφίμων παρουσιάζουν σημαντικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, η απώλεια των ενσωματωμένων πόρων αποτελεί σημείο αναφοράς για ουσιαστική μελέτη (Reutter κ.ά., 2017a).

Food: greenhouse gas emissions across the supply chain

Greenhouse gas emissions¹ are measured in carbon dioxide-equivalents (CO₂eq)² per kilogram of food.

Our World
in Data



Source: Joseph Poore and Thomas Nemecek (2018).

OurWorldInData.org/environmental-impacts-of-food • CC BY

1. **Greenhouse gas emissions:** A greenhouse gas (GHG) is a gas that causes the atmosphere to warm by absorbing and emitting radiant energy. Greenhouse gases absorb radiation that is radiated by Earth, preventing this heat from escaping to space. Carbon dioxide (CO₂) is the most well-known greenhouse gas, but there are others including methane, nitrous oxide, and in fact, water vapor. Human-made emissions of greenhouse gases from fossil fuels, industry, and agriculture are the leading cause of global climate change. Greenhouse gas emissions measure the total amount of all greenhouse gases that are emitted. These are often quantified in carbon dioxide-equivalents (CO₂eq) which take account of the amount of warming that each molecule of different gases creates.

2. ****Carbon dioxide-equivalents (CO₂eq)**:** Carbon dioxide is the most important greenhouse gas, but not the only one. To capture all greenhouse gas emissions, researchers express them in 'carbon dioxide-equivalents' (CO₂eq). This takes all greenhouse gases into account, not just CO₂. To express all greenhouse gases in carbon dioxide-equivalents (CO₂eq), each one is weighted by its global warming potential (GWP) value. GWP measures the amount of warming a gas creates compared to CO₂. CO₂ is given a GWP value of one. If a gas had a GWP of 10 then one kilogram of that gas would generate ten times the warming effect as one kilogram of CO₂. Carbon dioxide-equivalents are calculated for each gas by multiplying the mass of emissions of a specific greenhouse gas by its GWP factor. This warming can be stated over different timescales. To calculate CO₂eq over 100 years, we'd multiply each gas by its GWP over a 100-year timescale (GWP100). Total greenhouse gas emissions – measured in CO₂eq – are then calculated by summing each gas' CO₂eq value.

Σχήμα 2. 1 Ποσοστό αποτυπώματος άνθρακα αποβλήτων φρούτων και λαχανικών

<https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>

4.2. Σχέση αποτυπώματος άνθρακα και απορριμμάτων τροφίμων.

Εστιάζοντας πρώτα απ' όλα στο φαινόμενο του αποτυπώματος άνθρακα που προκύπτει από όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος «Farm to Fork», σύμφωνα με μια μελέτη βασισμένη σε εκτιμήσεις της (EUROSTAT), η ετήσια παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα που υπολογίζεται ότι ανέρχεται περίπου στους 170 εκατομμύρια τόνους οφείλεται στα απορρίμματα τροφίμων. Εκτός από το αποτύπωμα άνθρακα, οι απώλειες τροφίμων και κυρίως τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού, αγγίζουν ένα ακόμη ευαίσθητο οικολογικό ζήτημα που αφορά το μπλε υδάτινο σημείο. Συγκεκριμένα, κάθε είδος τροφίμου συμβάλλει στην σπατάλη μιας ποσότητας του γλυκού νερού. Με βάση δύο δημοσιεύματα του FAO, κατά την διάρκεια του έτους 2011 και 2013 εκτιμήθηκε ότι η μείωση της σπατάλης τροφίμων οδήγησε σε $330 \cdot 10^{10}$ CO₂ eq./t, σε 250 km³ νερό και 14 δισεκατομμύρια στρέμματα γης (Springmann κ.ά., 2018).

Την τελευταία δεκαετία, έχει σημειωθεί σημαντική προσπάθεια ανάπτυξης

εφαρμογών για τη διαχείριση της σπατάλης τροφίμων και κυρίως φρούτων και λαχανικών. Ωστόσο, παρά την εκτενή έρευνα τα δεδομένα για τον ακριβή προσδιορισμό των ποσοτήτων απορριμμάτων οπωροκηπευτικών, είναι περιορισμένα λόγω των διαφορετικών τρόπων επεξεργασίας τους, του σταδίου της παραγωγής, αλλά και των διαφορετικών εγγενών χαρακτηριστικών της κάθε ποικιλίας φρούτων και λαχανικών (Pfaltzgraff et al. 2013). Προκειμένου λοιπόν, να γίνουν αποδεκτές οι περιβαλλοντικές συνέπειες της σπατάλης τροφίμων, χρειάζεται να προσμετρηθούν όλες οι εισροές που απαιτούνται εντός της αλυσίδας εφοδιασμού μέσω της αξιολόγησης του κύκλου ζωής των προϊόντων (LCA) (Horne et al., 2009).

Το 2015 σε μια μελέτη τους οι (Reynolds et al. 2015) χρησιμοποίησαν το μοντέλο EeIO (Environmentally Extended Input-Output) προκειμένου να εξετάσουν τα αποτελέσματα των επιπτώσεων της μείωσης σπατάλης τροφίμων σε επίπεδο περιβάλλοντος για την χώρα της Αυστραλίας. Με την βοήθεια του EeIO δόθηκε η δυνατότητα διερεύνησης της ανάλυσης των επιπτώσεων της σπατάλης τροφίμων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Στην έρευνα αυτή, παρουσιάστηκε ότι το αποτύπωμα αποβλήτων τροφίμων της βιομηχανίας αγγίζει το 27% για το νερό και περίπου το 20% για την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (Φαινόμενο του Θερμοκηπίου). Συγκεκριμένα, το στάδιο της παραγωγής αλλά και μεταποίησης τροφίμων φρούτων και λαχανικών ευθύνεται για το 75% για τη χρήση νερού και παραγωγή αερίων στην ατμόσφαιρα (Reutter κ.ά., 2017b).

Πέραν των περιβαλλοντικών συνεπειών του τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, σε ένα άρθρο που κάνει λόγο για τους στόχους των βιομηχανιών τροφίμων του Ηνωμένου Βασιλείου της Αμερικής γίνεται εκτενής αναφορά στην περιβαλλοντική δέσμευση αυτών (Slorach κ.ά., 2019) . Συγκεκριμένα, γίνεται λόγος για μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου στο 40% μέχρι το έτος του 2030 (EC, 2014) και στο 0% μέχρι το έτος του 2050 (Κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου, 2019.)

4.3. Περιβαλλοντικός αντίκτυπος μεθόδων αξιοποίησης αποβλήτων τροφίμων

Τα απορρίμματα που προκύπτουν κατά την διάρκεια της αλυσίδας εφοδιασμού αλλά και μετά το στάδιο αυτής, όπως για παράδειγμα τα απόβλητα του αγοραστικού κοινού, τις περισσότερες φορές, υφίστανται διάφορες επεξεργασίες ανάκτησης. Μερικές από αυτές, μπορεί να είναι, η αναερόβια χώνευση (Anaerobic Digestion), κομποστοποίηση (In Vessel Composting). Οι ενέργειες αυτές, παρόλο που αξιοποιούν ένα μέρος των αποβλήτων σε σημαντικό βαθμό, ανάλογα με τον όγκο και τη γεωγραφική θέση που συλλέγουν τα

απόβλητα και τα αξιοποιούν, συνεπάγονται και μερικές αξιοσημείωτες αρνητικές επιπτώσεις για την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και όχι μόνο (Slorach κ.ά., 2019).

Πιο αναλυτικά, σε μια μελέτη τους οι (Oldfield et al. 2016) αξιολόγησαν τον αντίκτυπο των τρόπων διαχείρισης αποβλήτων τροφίμων (υγειονομική ταφή, κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση, αποτέφρωση) στην κλιματική αλλαγή. Διαπιστώθηκε ότι η AD παρουσίαζε τον οικολογικότερο δείκτη έναντι των υπόλοιπων τριών και φάνηκε να συμφωνεί με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Επιπλέον, εκτιμήθηκε ότι η αναερόβια χώνευση και η καύση των απορριμμάτων παρά το γεγονός ότι έχουν αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα στο περιβάλλον, εκμεταλλεύονται μεγαλύτερο ποσοστό πόρων (μέταλλα, γλυκό νερό) για την λειτουργία τους, ενώ οι χωματερές με την σειρά τους κατείχαν τον υψηλότερο δείκτη υπερθέρμανσης του πλανήτη 195 kg CO₂ eq./t FW, παραγωγής επιβλαβών, τοξικών ουσιών και δέσμευσης έκτασης γης (Slorach κ.ά., 2019).

Συνοψίζοντας λοιπόν τα παραπάνω, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η μείωση απορριμμάτων τροφίμων μπορεί να παρουσιάσει μόνο θετικά αποτελέσματα στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα είναι λανθασμένη. Γι' αυτό, είναι ανάγκη να πλαισιωθούν περαιτέρω αναλύσεις επί του θέματος προκειμένου να εκτιμηθούν όλες οι πιθανές εκδοχές και τα ερωτήματα της κοινωνίας που δύναται να προκύψουν για την αξιολόγηση των τρόπων διαχείρισης αποβλήτων τροφίμων, φρούτων και λαχανικών.

4.4. Κόστος απορριμμάτων τροφίμων στην παγκόσμια οικονομία

Όπως ο περιβαλλοντικός, έτσι και ο οικονομικός τομέας γίνεται αποδέκτης ορισμένων συνεπειών κατά την προσπάθεια μείωσης αποβλήτων τροφίμων. Σύμφωνα με μια προγενέστερη μελέτη του FAO, που πραγματοποιήθηκε το 2013, αναφέρεται ότι σε παγκόσμια κλίμακα το συνολικό οικονομικό κόστος του όγκου απορριμμάτων τροφίμων του 2007 ανήλθε στα 750 δισεκατομμύρια δολάρια. Το ποσό, αυτό ισοδυναμεί με το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της Τουρκίας και Ελβετίας για το έτος του 2011. Το γεγονός αυτό, υποδεικνύει την ανάγκη για καλύτερη διαχείριση και την εύρεση οικονομικότερων τρόπων αξιοποίησης των παραγόμενων αποβλήτων. Στην μελέτη αυτή επίσης, παρουσιάστηκε ότι τα λαχανικά και τα φρούτα, αποτελούν την κύρια πηγή οικονομικού κόστους των απωλειών τροφίμων σε ποσοστό που ανέρχεται στο 23% και 18% αντίστοιχα, με την μεγαλύτερη επιρροή να την ασκεί η Ασία με ποσοστό 31 % του συνολικού οικονομικού κόστους (Food Wastage Footprint, 2013).

4.5. Οικονομικός αντίκτυπος μεθόδων αξιοποίησης απωλειών φρούτων και λαχανικών

Όσον αφορά το κομμάτι της αξιοποίησης φρούτων και λαχανικών, οι στρατηγικές διαχείρισης των προϊόντων αυτών με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη μετατροπή τους σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας είναι πολυάριθμες. Ωστόσο, ο εντοπισμός των επιπτώσεων στον οικονομικό τομέα κρίνεται αναγκαίος προκειμένου να ληφθούν σοβαρά υπόψη και να βελτιωθούν (Devin & Richards, 2018).

Η χρήση απαραίτητων πόρων για την αξιοποίηση, όπως είναι η ενέργεια, το νερό, ο εξοπλισμός, εκτός από τα βásiμα και αναμενόμενα θετικά αποτελέσματα που επιφέρουν, κρύβουν και μερικές κρίσιμες οικονομικές πτυχές που χρήζουν αναγνώρισης, αφού, οι καινοτόμες τεχνολογίες ανάκτησης των απωλειών τροφίμων όπως για παράδειγμα η επεξεργασία υψηλής πίεσης, απαιτούν μεγάλα κόστη κεφαλαίων, εξειδικευμένο εργατικό προσωπικό και διαρκή έλεγχο κόστους - όφελους για τη βιωσιμότητα της επιχείρησης (Γαλανάκης, 2013), (Meullemiestre et al., 2016) (Sicaire et al., 2016), (Talens et al., 2016). Σε έρευνα των (Bernstad και la Cour Jansen 2011) που εκτιμά το κόστος του κύκλου ζωής των προϊόντων, υποστηρίζεται ότι μεταξύ των διαφόρων μεθόδων αξιοποίησης των απωλειών τροφίμων η υγειονομική ταφή απαιτεί το μεγαλύτερο κόστος κεφαλαίου που αντιστοιχεί σε περίπου 125 δολάρια ανά τόνο. Ακολουθεί η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης, με 110 δολάρια ανά τόνο αποβλήτων και η κομποστοποίηση, με την αποτέφρωση να κατέχει τη χαμηλότερη θέση στην πυραμίδα της οικονομίας. Αν λοιπόν, υποθεθεί ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις παρουσιάζουν σχετικές ομοιότητες μεταξύ των διαφορετικών αυτών μεθόδων, οι συνέπειες στον τομέα της οικονομίας φαίνεται να πηγάζουν κυρίως από την υγειονομική ταφή και την κομποστοποίηση, αν και η τελευταία, παρουσιάζει βελτιωμένο κύκλο ζωής των προϊόντων με συνέπεια την τοποθέτησή της σε μια βαθμίδα πάνω από την υγειονομική ταφή η οποία τελικά παρουσιάζεται ως λιγότερο βιώσιμη επιλογή συνολικά (Slorach κ.ά., 2019).

4.6. Σύγκριση τρόπων διαχείρισης απορριμμάτων γύρω από τον οικονομικό τομέα

Διευκρινίζεται ότι η αναερόβια χώνευση συμφωνεί με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας και αποτελεί τη βιωσιμότερη αλλά και οικολογικότερη επιλογή, παρά το γεγονός ότι κατέχει το δεύτερο μεγαλύτερο συνολικό κόστος που ανέρχεται στα 110 δολάρια ανά τόνο αποβλήτων. Πέραν λοιπόν του οικονομικού κόστους και των συγκρίσεων μεταξύ των μεθόδων αξιοποίησης των αποβλήτων τροφίμων που προαναφέρθηκαν, μπορεί κάλλιστα να αναλογιστεί κανείς ότι η πρόληψη αποφυγής δημιουργίας απωλειών τροφίμων από την

κοινωνία είναι η περισσότερο ικανή να αποφέρει σημαντικότερα και μεγαλύτερα οφέλη έναντι οποιασδήποτε επεξεργασίας για την αξιοποίηση μη βρώσιμων τροφίμων. Αυτό, θα γίνει ακόμη πιο εύκολο αν επισημανθούν ορισμένες από τις συνέπειες της απόρριψης τροφίμων στον κοινωνικό περίγυρο (Slorach κ.ά., 2019) .

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρει ο FAO, σημαντικός φαίνεται να είναι ο αντίκτυπος στον τομέα της προσφοράς και ζήτησης της αγοράς αφού, όσο μεγαλύτερη είναι η επάρκεια των τροφίμων τόσο μικρότερο το κόστος αυτών. Επίσης, προκειμένου να κυριαρχεί η ποιότητα στον κλάδο των τροφίμων, θεωρείται αναπόφευκτη η παρουσία προτύπων στις διατροφικές συνήθειες των αγοραστών αλλά και σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα από την συγκομιδή μέχρι το στάδιο της λιανικής (Reutter κ.ά., 2017b) .

4.7 Τρόποι παραγωγής αποβλήτων φρούτων και λαχανικών και επιπτώσεις τους στην κοινωνία

Τα πρότυπα, εκτός από αυτά που απευθύνονται στην εμφάνιση των προϊόντων όπως παραδείγματος χάριν ο όγκος, η ομοιομορφία, η γυαλάδα και το χρώμα των φρούτων και λαχανικών, εστιάζουν και στο κομμάτι της θρεπτικής αξίας των τροφίμων. Το γεγονός αυτό, πηγάζει στις μέρες μας από την αλλαγή των διατροφικών συνηθειών των καταναλωτών που έχει αρχίσει να στρέφεται στο κομμάτι της υγιεινής. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι όσο θρεπτικότερα είναι τα τρόφιμα, τόσο πιο ευαλλοίωτα καθίστανται, αφού η επεξεργασία τους υφίσταται σε όσο το δυνατόν μικρότερο βαθμό και τα χημικά τεχνολογικά μέσα βελτίωσης και διατήρησης αποφεύγονται όσο το δυνατόν περισσότερο (Ganesh κ.ά., 2022).

Άμεσο λοιπόν συνεπαγόμενο αποτέλεσμα είναι η υπερπαραγωγή τροφίμων προκειμένου να διασφαλιστεί ότι υπάρχει πρόσβαση για το καταναλωτικό κοινό και ταυτόχρονη αύξηση των αποβλήτων τροφίμων και κυρίως φρούτων και λαχανικών που αποτελούνται από μεγαλύτερα ποσοστά φυτικών ινών και νερού.

Κεφάλαιο 5. Αξιοποίηση αποβλήτων φρούτων και λαχανικών προς άλλα προϊόντα

5.1 Αξιοποίηση απορριμμάτων με την τεχνική της αναερόβιας χώνευσης

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνεται στο άρθρο (Li κ.ά., 2023) ο όρος αναερόβια χώνευση αποτελεί έναν ευνοϊκό τρόπο μετατροπής οργανικών αποβλήτων όπως είναι τα υπολείμματα τροφίμων (FW), σε καθαρή ενέργεια με τη βοήθεια της δράσης μικροοργανισμών. Αν η μέθοδος αυτή, συγκριθεί με άλλες παρόμοιες μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων τροφίμων (κομποστοποίηση, υγειονομική ταφή), συμπεραίνεται ότι η AD αποτελεί μια σχετικά οικονομική μέθοδο για τη διαχείριση και την ανάκτηση προϊόντων τροφίμων και όχι μόνο (Romero-Güiza et al., 2016; Xu et al., 2015). Σε συνδυασμό επίσης, με το γεγονός ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία βιοενέργειας είναι ικανή να διαχειριστεί ένα ευρύ φάσμα υποστρωμάτων και σε οποιαδήποτε γεωγραφική θέση με τη βοήθεια της χρήσης μικρής κλίμακας χωνευτών (Appels et al., 2011) διαπιστώνεται ότι η μέθοδος αυτή μπορεί εύκολα να αντιμετωπίσει οποιοσδήποτε επερχόμενες ευκαιρίες αλλά και προκλήσεις κατά την εφαρμογή της (Xu κ.ά., 2018) .

Η διαχείριση απορριμμάτων τροφίμων προς αξιοποίηση τους για παραγωγή ενέργειας και θρεπτικών συστατικών αποτελεί στις μέρες μας ένα σημαντικό βήμα για μια βιωσιμότερη οικονομίας αλλά και για την κοινωνία. Εκτός αυτού όμως δεν είναι λίγες οι προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει και να βελτιώσει και στους δύο αυτούς κλάδους. Για παράδειγμα, όσον αφορά τον κοινωνικό περίγυρο που τα θέματα ασφάλειας θέτονται στην κορυφή της ανησυχίας από τους καταναλωτές, η τεχνική της αναεροβίωσης χρήζει βελτίωσης διότι μπορεί να παράξει επιβλαβείς για τον άνθρωπο και το περιβάλλον ενδιάμεσες ουσίες που έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση της σταθερότητας του συστήματος (Grimberg et al., 2015). Όσον αφορά τον κλάδο της οικονομίας, το κομμάτι που παρουσιάζει κρίσιμα σημεία είναι το χρηματικό κόστος για την μεταφορά των υπολειμμάτων τροφίμων, τα λειτουργικά θέματα των συστημάτων αλλά και η αστάθεια ορισμένων σταδίων επεξεργασίας (Lin et al., 2013). Ωστόσο, εάν ληφθούν υπόψη και βελτιωθούν οι παραπάνω παράγοντες, αναμφισβήτητα, η AD (Εικόνα 6) μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογική μέθοδος για την αξιοποίηση απορριμμάτων τροφίμων προς παραγωγή ενέργειας αλλά και άλλων χρήσιμων προϊόντων

για τον τομέα της επιστήμης και της Τεχνολογίας Τροφίμων (Bühlmann κ.ά., 2021).



Εικόνα 6. Μονάδα αναεροβίωσης για παραγωγή βιοαερίου

<http://www.agroenergy.gr/content/%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%AC%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%B9-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82>

5.2. Παραγωγή γαλακτικού οξέος με τη βοήθεια της αναεροβίωσης

Τα απόβλητα τροφίμων (Food Waste) λόγω της μεγάλης περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά συστατικά παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη χρήση τους ως πρώτη ύλη στα βιοδιωλιστήρια που παράγουν διαφόρων ειδών προϊόντα όπως είναι χημικά, προστιθέμενης αξίας υλικά ή και καύσιμα (Kwan et al. , 2016). Σύμφωνα με τις τελευταίες εξελίξεις, το προϊόν του γαλακτικού οξέος, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στον τομέα της αναερόβιας χώνευσης λόγω της ικανότητας του να συντίθεται με χημικές και βιοχημικές μεθόδους (Maki-Arvela et al., 2014). Το γαλακτικό οξύ (*Lactic Acid*) χαρακτηρίζεται ως ένα προϊόν με υψηλή αξία και μπορεί να παραχθεί από ζύμωση γεωργικών αποβλήτων που λειτουργούν ως υπόστρωμα συνδυάζοντας έτσι και την παραγωγή ενός χρήσιμου προϊόντος αλλά και ταυτόχρονα την αξιοποίηση των απορριμμάτων τροφίμων (Gu et al., 2018; Liang et al., 2016; Ohkouchi & Inoue, 2006; Panesar & Kaur, 2015; Peinemann et al., 2019). Επίσης, αποτελεί από τα δώδεκα πιο πολλά υποσχόμενα χημικά δομικά στοιχεία που παράγονται από σάκχαρα (Kwan et al., 2016). Σε έρευνα των (Abdel Rahman & Sonomoto, 2016• Wee et al., 2006) αναφέρεται ότι για την πόλη του Λος Αντζελες η αναμενόμενη ετήσια παραγωγή του γαλακτικού οξέος με τη μέθοδο αυτή πρόκειται να ανέλθει στους 4 εκατομμύριους τόνους και κοστολογείται ότι θα φτάσει περίπου στα 1400\$ μέχρι το έτος του 2025 (Song κ.ά., 2022).

Για την παραγωγή του λοιπόν, τα περισσότερα απόβλητα τροφίμων οδηγούνται

προς άλεση προκειμένου να μειωθεί η επιφάνεια τους και να διευκολυνθεί η διαδικασία της υδρόλυσης (Izumi et al.). Επίσης, σημαντικό είναι να τονιστεί ότι υπάρχει περιορισμός της λήψης σακχάρων δεδομένου ότι δεν είναι όλα τα σάκχαρα επιθυμητά αμέσως μετά την υδρόλυση των αποβλήτων όπως επίσης, αξίζει να σημειωθεί και ότι η διαδικασία του διαχωρισμού τους είναι ανάγκη να γίνεται εντός μικρού χρονικού διαστήματος προκειμένου να αποφευχθεί η διακοπή της αντίδρασης υδρόλυσης από τα μη επιθυμητά σάκχαρα. Ολοκληρώνοντας, σύμφωνα με τη μελέτη των (Lian et al. 2020) αναγνωρίζεται ότι κατά το στάδιο της υδρόλυσης η προσθήκη υπολειμμάτων μήλου βοηθά στην αύξηση παραγωγής των γαλακτοβακτηρίων *Lactobacillus* και *Clostridium* από κοπριά χοίρων, ενώ σύμφωνα με μία ακόμη έρευνα των (Zhang και Vadlani 2015) η προσθήκη μείγματος στελεχών γαλακτοβακτηρίων *Lactobacillus brevis* και *Lactobacillus plantarum* οδηγεί σε μεγαλύτερη απόδοση της τεχνικής αναερόβιας χώνευσης (Song κ.ά., 2022).

5.3 Τεχνική της κομποστοποίησης για ανάκτηση αποβλήτων τροφίμων

Ένας ακόμη αποτελεσματικός τρόπος αξιοποίησης απορριμμάτων τροφίμων και ιδιαίτερα των φρούτων και λαχανικών είναι μέσω της διαδικασίας κομποστοποίησης (Εικόνα 7). Η επεξεργασία αυτή δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας οικολογικός τρόπος μετατροπής οργανικών υπολειμμάτων σε μια πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και ανόργανα στοιχεία μάζα το γνωστό λίπασμα. Ουσιαστικά, τα υπολείμματα φαγητού σε συνδυασμό με κοπριά ζώων ή πριονίδι δημιουργούν ένα εξαιρετικό υπόστρωμα για τη δράση μικροοργανισμών δημιουργώντας ένα μίγμα κομπόστ για ευρεία χρήση. Ωστόσο, παρόλο που αποτελεί μια από τις παλαιότερες μεθόδους ανακύκλωσης, στις μέρες έχει βιομηχανοποιηθεί και βρίσκει και άλλες τεχνολογικές εφαρμογές (Ghinea & Leahu, 2020).



Εικόνα 7. Βασικά στάδια της διαδικασίας κομποστοποίησης

5.4 Παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία κομποστοποίησης γεωργικών αποβλήτων

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ενθαρρύνεται η κομποστοποίηση και η αναερόβια χώνευση των βιολογικών αποβλήτων με τη βοήθεια χρήσης μικροοργανισμών και υπό αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες αντίστοιχα.

Σε μια μελέτη που παρουσιάζεται στο άρθρο (Ghinea & Leahu, 2020) γίνεται λόγος για την αξιολόγηση της μεθόδου κομποστοποίησης αποβλήτων φρούτων και λαχανικών με την προσθήκη πριονιδιού (ξύλου). Συγκεκριμένα, προσδιορίζεται η σχέση των μικροοργανισμών του υποστρώματος (φλούδες οπωροκηπευτικών προϊόντων) και των φυσικοχημικών παραμέτρων.

Κατά τη διάρκεια της μελέτης παρατηρήθηκε αναμενόμενη μείωση της τιμής pH των δειγμάτων λόγω παρουσίας λιπαρών οξέων, CO₂ και νιτρωδών, ενώ ακολούθησε άνοδος αυτού κατά τη διάρκεια αποσύνθεσης από τη δράση των μικροοργανισμών. Στη διαδικασία κομποστοποίησης, στο στάδιο κατά το οποίο παρατηρείται έντονη αποικοδόμηση οργανικών οξέων και υψηλές θερμοκρασίες, το είδος μικροοργανισμών που κυριαρχεί είναι τα μεσόφιλα βακτήρια (ζυμομύκητες, γαλακτικά) παρόλα αυτά όμως με το πέρασμα της διαδικασίας το μικροβιακό προφίλ αλλάζει. Επιπλέον, λαμβάνεται υπόψη ότι η παρατηρούμενη αύξηση του μικροβιακού πληθυσμού αντικατοπτρίζει την υψηλή μικροβιακή δράση που συνεπάγεται τη βιοαποικοδόμηση ενώ η αντίστοιχη μείωση του αριθμού μικροοργανισμών παραπέμπει στην ολοκλήρωση της διαδικασίας (Ghinea & Leahu, 2020).

Τέλος, διαπιστώθηκε ότι πριν από κάθε διεργασία κομποστοποίησης, κρίνεται απαραίτητη η επιλογή κατάλληλων συνθηκών με μαθηματικές και στατιστικές περιγραφές που θα επιτρέπουν τον προσδιορισμό μεταξύ φυσικοχημικών ιδιοτήτων του υποστρώματος και της μικροβιακής δράσης λόγω της αλληλένδετης μεταξύ τους σχέσης.

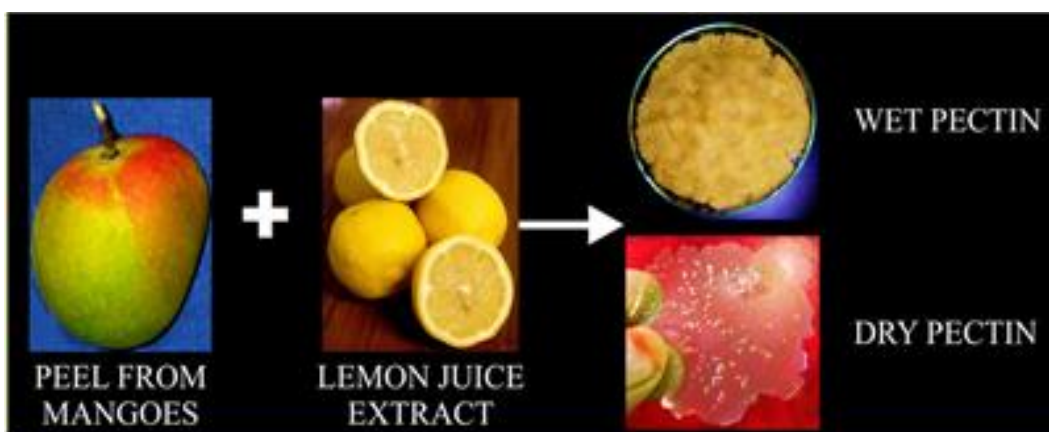
5.5 Εναλλακτικές προτεινόμενες μέθοδοι ανάκτησης θρεπτικών συστατικών από απόβλητα φρούτων και λαχανικών

Εκτός των παραπάνω γνωστών έως τώρα διαδικασιών αξιοποίησης της περίσσειας τροφίμων, μια ακόμη προσέγγιση επί του θέματος εστιάζει σε περισσότερο καινοτόμες μεθόδους διεργασιών εκχύλισης όπως για παράδειγμα αυτή της χρήσης υπερήχων που φαίνεται να αγγίζει περισσότερο την οικολογική συνείδηση προσφέροντας παράλληλα και

οικονομική ευελιξία (Banerjee κ.ά., 2016).

Η διεργασία υπερήχων όπως αναφέρεται και στο άρθρο (Banerjee κ.ά., 2016) θα μπορούσε κάλλιστα να εφαρμοστεί επάνω σε τρόφιμα πλούσια σε υδατάνθρακες. Συγκεκριμένα απορρίμματα φρούτων και λαχανικών, όπως είναι το μάνγκο που περιέχουν υψηλές ποσότητες πηκτίνης αποτελούν σημαντικό υλικό για την ανάκτηση αυτής μέσω των διαδικασιών εκχύλισης. Το προϊόν της πηκτίνης παράγεται από φλοιούς εσπεριδοειδών, ωστόσο, η ανάκτησή του από επιπλέον φρούτα και λαχανικά προσφέρει τη δυνατότητα αξιοποίησης των γεωργικών αποβλήτων (Banerjee κ.ά., 2016).

Σε μια έρευνα λοιπόν που αναφέρεται στη μέθοδο λήψης υψηλής ποσότητας πηκτίνης από φλοιούς μάνγκο (Εικόνα 8) γίνεται λόγος για μια πιο περιβαλλοντικά βιώσιμη επιλογή που είναι η εξαγωγή του δομικού αυτού υδατάνθρακα με όξινη υδρόλυση από χυμό λεμονιού. Διαπιστώθηκε ότι σε όξινο pH=2, υπάρχει μεγάλη απόδοση εκχυλίσματος πηκτίνης. Παράλληλα, εκτιμήθηκε ότι η χρήση του συγκεκριμένου διαλύτη έφερε μικρότερη τιμή εστεροποίησης ED στο τελικό προϊόν συγκριτικά με την εμπορική και την εκχυλίσσιμη με μεταλλικό οξύ πηκτίνη. Το γεγονός αυτό, κατατάσσει την εκχυλίσσιμη με λεμόνι πηκτίνη κατάλληλη για χρήση σε προϊόντα διατροφής, με χαμηλότερες θερμίδες αφού σύμφωνα με την επιστήμη της τεχνολογίας τροφίμων κατά την προσθήκη της σε γλυκά παρασκευάσματα απαιτεί ως βασικό πηκτοματοποιητή το ασβέστιο και όχι την ζάχαρη. Με άλλα λόγια, η εκχύλιση παρουσία χυμού λεμονιού έναντι άλλων εμπορικών μέσων οξίνισης επιφέρει αποκλειστικά οφέλη εφόσον εκτός από την υψηλή διατροφική αξία των παραγόμενων προϊόντων στα οποία προστίθεται η πηκτίνη αποτελεί συγχρόνως και μια περισσότερο συμβατή με το περιβάλλον εναλλακτική επιλογή (Banerjee κ.ά., 2016).



Εικόνα 8. Βασικά στάδια για την εκχύλιση πηκτίνης από φλοιούς μάνγκο (Banerjee κ.ά., 2016)

Αξίζει να αναφερθεί μια πρόσφατη έρευνα που σχετίζεται με την αξιοποίηση των καροτενοειδών φρούτων και λαχανικών. Ειδικά τα αγροτικά απόβλητα και τα υποπροϊόντα αυτών (φλούδες, πυρήνες) που παράγονται από τις βιομηχανίες τροφίμων και όχι μόνο, αποτελούν εξαιρετικά εκμεταλλεύσιμες πηγές πλούσιες σε βιοδραστικά συστατικά όπως είναι τα καροτενοειδή ή οι φαινόλες κτλ (Sharma, Usmani, Gupta, & Bhat, 2021). Τα καροτενοειδή είναι φυσικά απαντώμενες χρωστικές των φρούτων και λαχανικών υπεύθυνες για το κίτρινο και κόκκινο χρώμα και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά αυτών (Lombardelli, Benucci, & Esti, 2021). Στη συγκεκριμένη μελέτη, γίνεται αναφορά για «στην πράσινη» ανάκτηση καροτενοειδών από γεωργικά απορρίμματα που βρίσκονται σε συμφωνία με τις περιβαλλοντικές προκλήσεις της εποχής, και την κυκλική οικονομία. Κατά αυτόν τον τρόπο παρουσιάζεται ένα ισχυρό πλεονέκτημα έναντι των διαθέσιμων τεχνικών που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Η Πράσινη αυτή μέθοδος χρησιμοποιεί καινοτόμες μεθόδους εκχύλισης που δεν υποβαθμίζουν το παραγόμενο προϊόν και βασίζονται στη νανοτεχνολογία. Ουσιαστικά μέσω της νανοτεχνολογίας διευκολύνεται η διεργασία της πέψης των υλικών αποβλήτων και επιτυγχάνεται αποδοτικότερη προστασία και ενσωμάτωση των καροτενοειδών (de Freitas Santos et al., 2021; Rehman et al., 2020) σε διατροφικά προϊόντα της αγοράς (Amiri-Rigi, Abbasi, & Scanlon, 2016).

Σύμφωνα λοιπόν με τα όσα αναφέρθηκαν, έπειτα από τη διεξαγωγή της έρευνας προέκυψε το συμπέρασμα ότι η χρήση φυσικών χρωστικών για την ενίσχυση της χρώσης αλλά και της θρεπτικής αξίας των τροφίμων αποτελεί ένα ιδιαίτερα ελκυστικό θέμα, τόσο για τις διατροφολογικές όσο και για το αγοραστικό κοινό (Juric et al., 2020). Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις ολοένα αυξανόμενες ποσότητες γεωργικών απορριμμάτων φαίνεται να αποτελεί το κλειδί για την εφαρμογή της τεχνικής αυτής στον τομέα των τεχνολογικά και περιβαλλοντικά βιώσιμων διεργασιών. (Cassani κ.ά., 2022)

5.6 Ευκαιρίες αξιοποίησης απορριμμάτων φρούτων και λαχανικών στον τομέα των βιοδιωλιστηρίων

Εκτός από τις ευκαιρίες αξιοποίησης των απορριμμάτων τροφίμων προς παραγωγή βρώσιμων προϊόντων σημαντικές είναι και οι εφαρμογές των τεχνολογιών για την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η πληθώρα των φρούτων και λαχανικών σε υδατάνθρακες (σάκχαρα, αμυλοπηκτίνες, ημικυτταρίνες) τα καθιστά ιδανική πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων και βιοϋλικών (Manhongo κ.ά., 2022).

Η μεγάλη διαθεσιμότητα γεωργικών αποβλήτων προσφέρει στα βιοδιωλιστήρια την

δυνατότητα μεγάλου εύρους προσαρμογής των παραγωγικών διεργασιών τους προκειμένου να παραχθεί το επιθυμητό προϊόν. Σύμφωνα λοιπόν μία μελέτη που ασχολείται με την αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης απορριμμάτων φρούτων και λαχανικών ως πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοκαυσίμων, τα περισσότερα βιοδυλιστήρια εστιάζουν στην παραγωγή βιοενέργειας από όσο το δυνατόν φθηνότερα υποπροϊόντα .

Όπως προκύπτει από την ανασκόπηση, κύρια μέθοδος για την παραγωγή πηγών ενέργειας όπως είναι το βιοαέριο είναι η αναερόβια χώνευση. Συγκεκριμένα, η αναερόβια χώνευση αποβλήτων τροφίμων που είναι πλούσια σε οργανικά στοιχεία προσφέρουν υψηλή απόδοση σε μείγμα αερίων μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί το γεγονός ότι η παραγωγή αερίων έπεται των διαδικασιών ανάκτησης θρεπτικών συστατικών. Με άλλα λόγια, η παραγωγή βιοαερίων μπορεί να χαρακτηριστεί άκρως ελκυστική για την κυκλική οικονομία αφού μέσω της διαδικασίας αναεροβίωσης προσφέρει αξία στα ήδη προκύπτοντα υπολείμματα ανακυκλώσιμων προϊόντων (Manhongo κ.ά., 2022) .

Η πλήρης λοιπόν, διαχείριση των μορφών βιομάζας ιδιαίτερα προερχόμενης από γεωργικά απόβλητα για παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προϊόντων με υψηλή διατροφική αξία εκτός από τον θετικό αντίκτυπο στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα, φαίνεται να μπορεί να ενισχύσει και την οικονομία των βιοδυλιστηρίων. Έρευνες που έχουν εστιάσει στη διαδικασία αυτή (Martinez et al. 2016) απέδειξαν έμπρακτα ότι η ανάκτηση προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας από υπολείμματα σταφυλιών και ακολούθως η επεξεργασία αυτών για παραγωγή βιαιθανίου λειτουργεί και είναι ικανή να επιφέρει οικονομική βιωσιμότητα στον κλάδο των βιοδυλιστηρίων (Manhongo κ.ά., 2022).

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα φρούτα και τα λαχανικά κατέχουν κυρίαρχη θέση ως τα πιο συχνά καταναλωτικά προϊόντα σε παγκόσμιο επίπεδο, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα ανησυχητικά επίπεδα σπατάλης σε ποσοστό που αναμένεται να ανέλθει σε 50%. Η πλειονότητα της περιγραφόμενης σπατάλης φαίνεται να προκύπτει από τις ακατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, από το σημείο του μετασυλλεκτικού χειρισμού έως και τον τελικό καταναλωτή. Με βάση αυτή την προσέγγιση, μπορεί κανείς να συμφωνήσει με το γεγονός ότι η ανάλυση και απόδοση αιτιών και ευθυνών, αντίστοιχα, είναι πολυδιάστατη και δεν δύνανται να αποδοθεί αποκλειστικά σε έναν κλάδο. Ωστόσο, το αγοραστικό κοινό μπορεί να επηρεάσει την κατάσταση. Με βάση τη συμπεριφορά, τις ατομικές και παγκόσμιες αξίες τους, είναι σε θέση να ασκήσουν μεγαλύτερη επιρροή σε όλη την παγκόσμια κοινότητα.

Αναφορικά με τον αμιγώς οικονομικό και περιβαλλοντικό τομέα, μπορεί κανείς να αναγνωρίσει ότι είναι δύο αλληλένδετα κομμάτια που μόνο αν λειτουργήσουν από κοινού μπορούν να αποφέρουν ουσιαστικά αποτελέσματα. Ο επαναπροσδιορισμός λοιπόν των συνθηκών διαχείρισης απορριμμάτων με στόχο την κυκλική οικονομία σε συνδυασμό με τις «Πράσινες Συμφωνίες» της Ευρωπαϊκής Ένωσης φαίνεται να αποτελούν ένα πολλά υποσχόμενο κομμάτι για την επόμενη οκταετία.

Παράλληλα, το τελευταίο διάστημα το επιστημονικό κοινό, τονίζει την ταύτιση των αποβλήτων τροφίμων ως ανεκμετάλλευτου πόρου με εξαιρετικές δυνατότητες για παραγωγή ενέργειας και άλλων σύνθετων προϊόντων που αφορούν τον τομέα των τροφίμων και της διατροφής. Ειδικότερα, η επαναχρησιμοποίηση των γεωργικών αποβλήτων, παράλληλα με τα χαρακτηριστικά της δομής τους αλλά και την πληθώρα τους, προσελκύει το ενδιαφέρον, εστιάζοντας αυτή την εποχή στη δυνατότητα δημιουργίας αλλά και απομόνωσης βιοδραστικών ενώσεων, με επιθυμητά χαρακτηριστικά γεύσης, προοριζόμενα για τη βιομηχανία τροφίμων. Σε προγενέστερη μελέτη, αξιοσημείωτη έμφαση αποδίδεται στη δυνατότητα παραγωγής προδρόμων ενώσεων, όπως το φερουλικό οξύ και η βανιλίνη μέσω της βιομεταβολής των κόκκων βανίλιας από μύκητες και ανακύκλωσης των πλεονασμάτων ανανά για τις δύο αυτές ενώσεις, αντίστοιχα. Περαιτέρω, ενδιαφέρον εκδηλώνεται με έρευνες και για την παραγωγή ενώσεων, με βάση την επεξεργασία σπόρων μήλου, προσφέροντας δεκατέσσερις διαφορετικές εφαρμογές στον τομέα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων.

Βιβλιογραφία

- Dreyer, H. C., Dukovska-Popovska, I., Yu, Q., & Hedenstierna, C. P. (2019). A ranking method for prioritising retail store food waste based on monetary and environmental impacts. *Journal of Cleaner Production*, *210*, 505–517.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.012>
- Bisht, T. S., Sharma, S. K., Rawat, L., Chakraborty, B., & Yadav, V. (2020). A novel approach towards the fruit specific waste minimization and utilization: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *9*(1), 712–722.
- Roy, P., Mohanty, A. K., Dick, P., & Misra, M. (2023). A Review on the Challenges and Choices for Food Waste Valorization: Environmental and Economic Impacts. *ACS Environmental Au*, *3*(2), 58–75. <https://doi.org/10.1021/acsenvironau.2c00050>
- Xu, F., Li, Y., Ge, X., Yang, L., & Li, Y. (2018). Anaerobic digestion of food waste – Challenges and opportunities. *Bioresource Technology*, *247*, 1047–1058.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.09.020>
- Gokarn, S., & Kuthambalayan, T. S. (2017). Analysis of challenges inhibiting the reduction of waste in food supply chain. *Journal of Cleaner Production*, *168*, 595–604.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.028>
- Redlingshöfer, B., Barles, S., & Weisz, H. (2020). Are waste hierarchies effective in reducing environmental impacts from food waste? A systematic review for OECD countries. *Resources, Conservation and Recycling*, *156*, 104723.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104723>
- Manhongo, T. T., Chimphango, A. F. A., Thornley, P., & Röder, M. (2022). Current status and opportunities for fruit processing waste biorefineries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *155*, 111823. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111823>

- Göbel, C., Langen, N., Blumenthal, A., Teitscheid, P., & Ritter, G. (2015). Cutting food waste through cooperation along the food supply chain. *Sustainability*, *7*(2), 1429–1445.
- Editorial Board. (2022). *Bioresource Technology*, *362*, 127943. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(22\)01276-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(22)01276-7)
- Kumar, V., Sharma, N., Umesh, M., Selvaraj, M., Al-Shehri, B. M., Chakraborty, P., Duhan, L., Sharma, S., Pasrija, R., Awasthi, M. K., Lakkaboyana, S. R., Andler, R., Bhatnagar, A., & Maitra, S. S. (2022). Emerging challenges for the agro-industrial food waste utilization: A review on food waste biorefinery. *Bioresource Technology*, *362*, 127790. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127790>
- Slorach, P. C., Jeswani, H. K., Cuéllar-Franca, R., & Azapagic, A. (2019). Environmental and economic implications of recovering resources from food waste in a circular economy. *Science of The Total Environment*, *693*, 133516. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.322>
- Ueda, J. M., Pedrosa, M. C., Heleno, S. A., Carochó, M., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L. (2022). Food Additives from Fruit and Vegetable By-Products and Bio-Residues: A Comprehensive Review Focused on Sustainability. *Sustainability*, *14*(9). <https://doi.org/10.3390/su14095212>
- Food wastage footprint: Impacts on natural resources: summary report*. (2013). FAO.
- Reutter, B., Lant, P., Reynolds, C., & Lane, J. (2017). Food waste consequences: Environmentally extended input-output as a framework for analysis. *Journal of Cleaner Production*, *153*, 506–514. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.104>
- Devin, B., & Richards, C. (2018). Food waste, power, and corporate social responsibility in the Australian food supply chain. *Journal of Business Ethics*, *150*, 199–210.
- Chaudhary, N., & Malik, P. (2022). *Fruit and Vegetable Waste: A Taste of Future Foods* (σσ. 115–147). https://doi.org/10.1007/978-981-16-2383-7_6

- Li, W., Zhu, L., Wu, B., Liu, Y., Li, J., Xu, L., Huangfu, X., Shi, D., Gu, L., & Chen, C. (2023). Improving mesophilic anaerobic digestion of food waste by side-stream thermophilic reactor: Activation of methanogenic, key enzymes and metabolism. *Water Research*, *241*, 120167. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120167>
- Bühlmann, C. H., Mickan, B. S., Tait, S., Renton, M., & Bahri, P. A. (2021). Lactic acid from mixed food wastes at a commercial biogas facility: Effect of feedstock and process conditions. *Journal of Cleaner Production*, *284*, 125243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125243>
- Banerjee, J., Vijayaraghavan, R., Arora, A., MacFarlane, D. R., & Patti, A. F. (2016). Lemon Juice Based Extraction of Pectin from Mango Peels: Waste to Wealth by Sustainable Approaches. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, *4*(11), 5915–5920. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b01342>
- Song, L., Yang, D., Liu, R., Liu, S., Dai, L., & Dai, X. (2022). Microbial production of lactic acid from food waste: Latest advances, limits, and perspectives. *Bioresource Technology*, *345*, 126052. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126052>
- Gardas, B. B., Raut, R. D., & Narkhede, B. (2017). Modeling causal factors of post-harvesting losses in vegetable and fruit supply chain: An Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *80*, 1355–1371. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.259>
- Ghinea, C., & Leahu, A. (2020). Monitoring of Fruit and Vegetable Waste Composting Process: Relationship between Microorganisms and Physico-Chemical Parameters. *Processes*, *8*(3). <https://doi.org/10.3390/pr8030302>
- Qi, D., Li, R., Penn, J., Houghtaling, B., Prinyawiwatkul, W., & Roe, B. E. (2022). Nudging greater vegetable intake and less food waste: A field experiment. *Food Policy*, *112*, 102369. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2022.102369>

- Springmann, M., Clark, M., Mason-D’Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., ... Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519–525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Shah, A. V., Singh, A., Sabyasachi Mohanty, S., Kumar Srivastava, V., & Varjani, S. (2022). Organic solid waste: Biorefinery approach as a sustainable strategy in circular bioeconomy. *Bioresource Technology*, 349, 126835. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126835>
- Mohanty, A., Mankoti, M., Rout, P. R., Meena, S. S., Dewan, S., Kalia, B., Varjani, S., Wong, J. W. C., & Banu, J. R. (2022). Sustainable utilization of food waste for bioenergy production: A step towards circular bioeconomy. *International Journal of Food Microbiology*, 365, 109538. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109538>
- Bhattacharya, A., Nand, A., & Prajogo, D. (2021). Taxonomy of antecedents of food waste – A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125910. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125910>
- Teigiserova, D. A., Hamelin, L., & Thomsen, M. (2020). Towards transparent valorization of food surplus, waste and loss: Clarifying definitions, food waste hierarchy, and role in the circular economy. *Science of The Total Environment*, 706, 136033. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136033>
- Ganesh, K. S., Sridhar, A., & Vishali, S. (2022). Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A review. *Chemosphere*, 287, 132221. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132221>

Isah, S., & Ozbay, G. (2020). Valorization of Food Loss and Wastes: Feedstocks for Biofuels and Valuable Chemicals. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4.

<https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00082>

Cassani, L., Marcovich, N. E., & Gomez-Zavaglia, A. (2022). Valorization of fruit and vegetables agro-wastes for the sustainable production of carotenoid-based colorants with enhanced bioavailability. *Food Research International*, 152, 110924.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110924>

[Food wastage footprint: Impacts on natural resources - Summary report \(fao.org\)](#)

[eufic_12667 \(1\).pdf](#)

[ca2640en \(1\).pdf](#)