



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Πτυχιακή εργασία

**«Στρατηγικές Μείωσης των Απορριμμάτων Τροφίμων για την
Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα»**



Συγγραφέας: Καρακατσάνης Μάριος

ΑΜ: 20684037

Επιβλέπων Καθηγητής: Μπρατάκος Σωτήριος

Αθήνα 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF FOOD SCIENCES, DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Thesis Statement

**" Food Waste Reduction Strategies for Environmental
Sustainability"**



Author: Karakatsanis Marios
Registration Number: 20684037
Supervisor: Mpratakos Sotirios

Athens 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

**«Στρατηγικές Μείωσης των Απορριμμάτων Τροφίμων για την
Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα»**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

A/α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Σωτήριος Μπρατάκος	ΕΔΠ	
2	Θάλεια Τσιάκα	Επίκουρη Καθηγήτρια	
3	Ευτυχία Κρίτση	Επίκουρη Καθηγήτρια	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Καρακατσάνης Μάριος του Αντωνίου με αριθμό μητρώου 20684037 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστήμης 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 δημιουργία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, η όποια παράφραση κειμένου πραγματοποιείται 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 εμένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του ιδρύματος.

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



ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ ΜΑΡΙΟΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

«Με την εκπόνηση της εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω ένθερμα τον επιβλέποντα καθηγητή Σωτήριο Μπρατάκο για την εισήγηση του στο ζήτημα της πτυχιακής εργασίας, την αμέριστη προσοχή και βοήθεια του και για την ίδια τη συμβολή του στην ακαδημαϊκή μου κατάρτιση. Πολλές ευχαριστίες στους καθηγητές του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, τόσο για την επιστημονική μου κατάρτιση, όσο και για τη νοθεσία ως προς την βέλτιστη επαγγελματική πορεία. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ταυτόχρονα την οικογένεια μου για τη στήριξη τους καθόλη την διάρκεια της ακαδημαϊκής μου θητείας, Ξεχωριστές ευχαριστίες στην Αθηνά, για την αμέριστη συμπαράσταση της στο σύνολο».

Περιεχόμενα

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
Πίνακας εικόνων.....	7
Περίληψη.....	8
Abstract.....	9
Εισαγωγή.....	10
Ορισμός.....	10
Περιβαλλοντικό αποτύπωμα.....	11
Κεφάλαιο 1.....	13
Εισαγωγή.....	13
Βιομηχανία Γάλακτος.....	13
Βιομηχανία Κρέατος και Κρεατοσκευασμάτων.....	14
Βιομηχανίες εμφιάλωσης και ποτών.....	15
Βιομηχανία Ελαίων και Λιπών.....	15
Βιομηχανία φρούτων και λαχανικών.....	15
Βιομηχανία σιτηρών.....	15
Κεφάλαιο 2.....	17
Εισαγωγή.....	17
Γενικευμένες Στρατηγικές.....	17
Ανάλυση και Μείωση Απορριμμάτων Τροφίμων με χρήση αρχής Pareto και Χαρτογράφηση ροής Αξίας (Value Stream Mapping).....	17
Μείωση χρήσης υδάτων στη βιομηχανία τροφίμων με ανακύκλωση τους με τη χρήση μεμβρανών.....	18
Μετατροπή απορριμμάτων σε ενέργεια.....	20
Ανακύκλωση πολυμερών από υλικά συσκευασίας.....	22
Ανατροφοδότηση απορριμμάτων-παραπροϊόντων σε ζωοτροφές.....	28
Ειδικές Στρατηγικές Μείωσης Απορριμμάτων.....	30
Βιομηχανία Κρεάτων και Κρεατοσκευασμάτων.....	30
Βιομηχανία Γάλακτος.....	34
Βιομηχανία Φρούτων και Λαχανικών.....	35
Βιομηχανία Σιτηρών.....	38
Κεφάλαιο 3.....	40
Προτάσεις για μελλοντική μελέτη.....	40
Συμπεράσματα.....	47
Βιβλιογραφία.....	49

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 (εξώφυλλο): Απόρριμμα τροφίμου.....	1
Figure 1 (cover): Food waste.....	2
Γράφημα 1: Δυναμική υπερθέρμανσης του πλανήτη των επιπτώσεων που σχετίζονται με τα απόβλητα τροφίμων ανά προϊόν και στάδια όπου οι επιπτώσεις προέρχονται από 1000 τόνους CO ₂ -eq στην ΕΕ.....	12
Γράφημα 2: Απορρίμματα κατά τις διεργασίες μεταποίησης του γάλακτος.....	13
Γράφημα 3: Χαρτογράφηση Ροής Αξίας.....	18
Γράφημα 4: Διάγραμμα ροής καθαρισμού νερού με μεμβράνες.....	19
Γράφημα 5: Τιμές παραμέτρων μεταξύ πόσιμου, ψυκτικού και καθαρισμένου νερού.....	20
Γράφημα 6: Στάδια παραγωγής βιοκαυσίμου.....	21
Γράφημα 7: Στατιστικά χρήσης και ανακύκλωσης πλαστικών 2011-2021. Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Γράφημα 8: Προτεινόμενος κύκλος ανακύκλωσης πλαστικών.....	27
Γράφημα 9: Εκπομπές σε 14 παράμετρους οικολογικής επιβάρυνσης για τις 4 διαφορετικές μεθόδους παραγωγής ζωοτροφής (ξηρή, υγρή, αναερόβια ζύμωση, κομποστοποίηση).....	30
Γράφημα 10: Ποσότητες απορριμμάτων σε εισαγωγές και εξαγωγές (eurostat 2021).....	42
Πίνακας 1: Παραπροϊόντα σε ποσοστά ανά σφάγιο.....	14
Πίνακας 2: Ποσοστά εκ του συνολικού βάρους των απορριμμάτων που παράγονται σε 12 χώρες..	26

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται τη σημαντικότητα της ανασκόπησης των στρατηγικών μείωσης απορριμμάτων στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς και την μελέτη και ανάπτυξη νέων στρατηγικών, που αποσκοπούν στο ίδιο αποτέλεσμα: τη βελτιστοποίηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος που αφήνει η βιομηχανία για τις επόμενες γενιές. Μέσω της ήδη υπάρχουσας βιβλιογραφίας, μελετώνται όλοι οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να επιτευχθεί η μείωση των απορριμμάτων, είτε μέσω διαδικασιών αυτούσιας μείωσης, είτε μέσω προσπάθειας αξιοποίησης των απορριμμάτων, ώστε να εγκαθιδρυθούν και να στελεχωθούν τρόποι με τους οποίους τα απορρίμματα όχι μόνο δεν θα καταλήγουν ως απειλές για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, αλλά ταυτόχρονα θα έχουν ωφέλιμο χαρακτήρα, τόσο για το οικοσύστημα, όσο και για τον ίδιο τον καταναλωτή. Οι στρατηγικές αυτές θα είναι κατάλληλες για όλες τις βιομηχανίες που αφορούν κυρίως την Ελλάδα, αλλά και για την εκάστοτε βιομηχανία εν γένει. Επειδή η περιβαλλοντική βιωσιμότητα είναι ένα καίριο ζήτημα, που ανέκαθεν απασχολούσε παγκοσμίως, είναι αναγκαίο να υπάρξει γόνιμο περιβάλλον για την περαιτέρω ανάπτυξη του πραγματευόμενου ζητήματος, ώστε, εκτός των κεκτημένων, να προταθούν και προωθηθούν ακόμα περισσότερα σχέδια, για την συνολική αναβάθμιση του συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων τροφίμων.

Λέξεις-Κλειδιά: Στρατηγικές Μείωσης, Βιομηχανία Τροφίμων, Απορρίμματα, Βιομηχανίες, Περιβάλλον, Βιωσιμότητα

Abstract

This thesis deals with the importance of reviewing waste reduction strategies in the food industry, as well as the study and development of new strategies that aim at the same result: optimising the environmental footprint of the industry for future generations. Through the existing literature, all the ways in which waste reduction can be achieved, either through reduction processes as such or through waste recovery efforts, are being studied in order to establish and staff ways in which waste not only does not end up as a threat to the environment and public health, but at the same time is beneficial to both the ecosystem and the consumer. These strategies will be appropriate for all industries, mainly rising in Greece, but also for each specific industry concerned, as personalised techniques. Since environmental sustainability is a key issue, which has always been a global concern, it is necessary to create a fertile environment for the further development of the issue at hand, so that, in addition to what has been achieved, even more plans can be proposed and promoted for the overall upgrading of the food waste management system.

Keywords: Reduction Strategies, Food Industry, Food Industry, Waste, Industries, Environment, Sustainability

Εισαγωγή

Ορισμός

Γενικότερα, ο όρος απόρριμμα στη βιομηχανία τροφίμων κεντρίζεται στο σύνολο των υλικών καθ'όλης της διάρκειας της παραγωγικής αλυσίδας ενός προϊόντος (συγκομιδή έως κατανάλωση), τα οποία είτε δεν βρίσκουν άμεση χρήση στην διαμόρφωση του τελικού προϊόντος είτε αποτελούν απορριπτέα ύλη κατά την μηχανική τροποποίηση των πρώτων υλών, με σκοπό αυτές να κατασταθούν χρήσιμες. Οι ύλες αυτές μπορεί να έχουν προέλθει σε διάφορα στάδια της επεξεργασίας των πρωτευόντων συστατικών, ανάλογα με την εκάστοτε οπτική γωνία σύγκρισης και το επίπεδο στο οποίο υπάγονται. Αρχικά, στη φάση της συγκομιδής, απόρριμμα μπορεί να θεωρηθεί η πρώτη ύλη η οποία δεν πληροί τις απαραίτητες προϋποθέσεις μιας υγιούς κατάστασης (τραυματισμένα υλικά λόγω μηχανικής καταπόνησης, προσβολή από ξενιστές -έντομα και ζιζάνια πρωτίστως, σε φυτικές ύλες, παθογόνοι ή αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί σε ζωικά παράγωγα), ενώ μετέπειτα, οι ελλιπείς συνθήκες υγιεινής, χειρισμού και αποθήκευσης μπορεί να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη απώλεια πρώτων υλών.

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, εξέχουσες κατηγορίες απορριμμάτων αποτελούν τα παραπροϊόντα της μεταποίησης πρώτων υλών (πχ. Φλούδες, πούλπα και εξωτερικά μέρη (ρίζες) φρούτων, λαχανικών και γενικότερα καρπών, αποκόμματα τεμαχίων κρέατος, όπως λιπώδη ιστοί και οστά, μη βρώσιμα ή αξιοποιήσιμα τμήματα, δέρμα, τρίχωμα, ενίοτε εντόσθια και επί κεφαλής όργανα), καθώς και η υπέρμετρη παραγωγή, η οποία δε συμβαδίζει με την συνολική καταναλωτική ζήτηση. Σε επόμενο στάδιο, προϊόντα τα οποία εκλείπουν ποιοτικών στάνταρ, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της βιομηχανίας, ή λόγω αποτυχημένης συσκευασίας, θεωρούνται από ακατάλληλα έως μη βρώσιμα και κατά επέκταση απορριπτέα.

Κατά τα στάδια της διανομής, παράδοσης και αποθήκευσης, απορρίμματα μπορούν επίσης να προέρχονται από προϊόντα τα οποία υπέστησαν εξωτερικές φθορές (για παράδειγμα τραυματίστηκαν κατά τη μεταφορά) και δεν αντικατοπτρίζουν το αγοραστικό προφίλ, ή προϊόντα που έχουν υπερβεί την ημερομηνία κατανάλωσης και δεν καθίσταται πλέον ασφαλή για τους καταναλωτές.

Με βάση τα προαναφερθέντα, είναι προφανείς και οι αιτίες που δημιουργούνται σε μεγάλο βαθμό τα απορρίμματα. Οι ύλες που δεν υπάγονται στις προδιαγραφές των αγοραστών (π.χ. Υγιείς κόκκοι σιταριού λόγω μορφολογίας ή βαθμού αλλοίωσης της εμφάνισης τους ή προϊόντα που ακόμη και στη συσκευασία δεν πληρούν τα αυστηρά κοσμητικά προαπαιτούμενα του παραγωγού), οι λανθασμένοι χειρισμοί κατά την επεξεργασία, διανομή και αποθήκευση, η υπερπαραγωγή και, εν

τέλει, η υπερκατανάλωση είναι οι κύριες αιτίες παραγωγής απορριμμάτων (Scherhauser κ.ά. 2018).

Περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Τα απορρίμματα της βιομηχανίας τροφίμων είναι ένα ζήτημα που εκτείνεται περαιτέρω της άμεσης απώλειας των τροφίμων. Πρόκειται για μια επιβάρυνση του περιβάλλοντος, που εκδηλώνεται ως εκπομπή αερίων θερμοκηπίου, ως εξάντληση των φυσικών πόρων και τη γενικότερη κατάσταση του οικοσυστήματος. Προκειμένου να μπορούν να προταθούν τρόποι μείωσης των απορριμμάτων στη βιομηχανία, κρίνεται ζωτικής σημασίας να κατανοηθούν οι επιπτώσεις που προκαλούνται από αυτά.

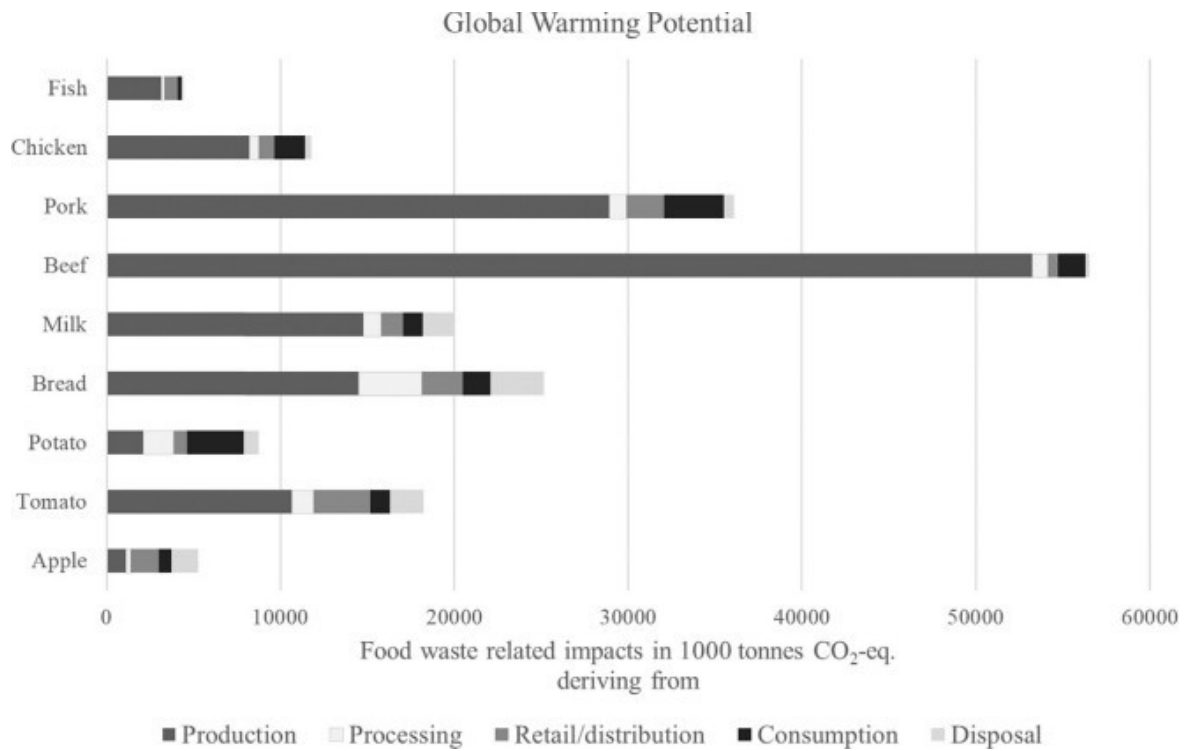
Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου

Μία από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των απορριμμάτων τροφίμων είναι η συμβολή τους στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Όταν τα απορρίμματα τροφίμων καταλήγουν σε χωματερές, αποσυντίθενται αναερόβια, παράγοντας μεθάνιο - ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου που είναι περίπου 25 φορές πιο αποτελεσματικό στην παγίδευση θερμότητας στην ατμόσφαιρα από το διοξείδιο του άνθρακα σε μια περίοδο 100 ετών. Εκτός από τις εκπομπές μεθανίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής, η ίδια η παραγωγή τροφίμων αποτελεί σημαντική πηγή αερίων του θερμοκηπίου. Όταν τα τρόφιμα απορρίπτονται, οι εκπομπές που σχετίζονται με την παραγωγή, την επεξεργασία, τη μεταφορά και την αποθήκευσή τους ενισχύουν το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα των απορριμμάτων τροφίμων. Τέλος, η γεωργία, η δασοκομία και οι μεταβολές στην αξιοποίηση της γης συμβάλλουν στο 24% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (γραφ.1).

Εξάντληση φυσικών πόρων-Υγεία οικοσυστημάτων

Η βιομηχανία τροφίμων απαιτεί τεράστιες αντλήσεις γεωφυσικών πόρων, όπως πόσιμο νερό, γη και ενέργεια. Τα απορρίμματα τροφίμων στη συγκεκριμένη περίπτωση συνδέονται άρρηκτα με την κατανάλωση των φυσικών αυτών πόρων. Μεγαλύτερη κατανάλωση ισοδυναμεί με μεγαλύτερη παραγωγή αποβλήτων και, στη συγκεκριμένη περίπτωση, μεγαλύτερη απώλεια των παραπάνω, όπου "συνειρμικά" οι πόροι αυτοί σπαταλώνονται άσκοπα.

Γενικότερα, η απλοϊκή νοοτροπία στηρίζεται σε ένα άτυπο "μότο". Κάθε πρώτη ύλη, είτε αυτή είναι γη, ενέργεια, νερό, καρποί και ζώντες οργανισμοί - "στοιχίζει" στο περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, πρέπει κάθε μια από αυτές να αξιοποιούνται εις το έπακρον ώστε να αντλείται σε κάθε περίπτωση κάποιο όφελος.



Γράφημα 1: Δυναμική υπερθέρμανσης του πλανήτη των επιπτώσεων που σχετίζονται με τα απόβλητα τροφίμων ανά προϊόν και στάδια όπου οι επιπτώσεις προέρχονται από 1000 τόνους CO₂-eq στην ΕΕ.

(Scherhauer κ.ά. 2018, σ.108).

Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η εγκαθίδρυση στρατηγικών μείωσης των απορριμμάτων σε κάθε πτυχή της βιομηχανίας τροφίμων, προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Γενικότερα, ως βιομηχανία τροφίμων ορίζεται κάθε εργοστασιακή μονάδα παραγωγής, η οποία παράγει ένα σύνολο προϊόντων, με βάση συγκεκριμένες πρώτες ύλες. Στην Ελλάδα, εξέχουσες βιομηχανίες αποτελούν οι βιομηχανίες γάλακτος (προϊόντα με βάση το γάλα, όπως το ίδιο το γάλα, γιαούρτι, τυριά, κρέμες κ.λπ.), βιομηχανίες κρεάτων και κρεατοσκευασμάτων (τεμάχια κρέατος και προϊόντα αυτών, αλλαντικά, καπνιστά, παστά), βιομηχανίες εμφιάλωσης και ποτών, βιομηχανίες ελαίων (με κύρια αυτών του ελαιολάδου), βιομηχανίες φρούτων και λαχανικών και βιομηχανίες σιτηρών. Σε κάθε περίπτωση, οι πρώτες ύλες διαφέρουν σημαντικά, οπότε είναι δόκιμο να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι και τα απόβλητα που παράγονται διαφέρουν επίσης σε μεγάλο βαθμό. Κοινός παρονομαστής αποτελεί το σύνολο των αποβλήτων, το οποίο παράγεται σε όλες τις περιπτώσεις και περιλαμβάνει τα υλικά συσκευασίας και το νερό. Παρακάτω, αναλύονται περαιτέρω το σύνολο των απορριμμάτων που παράγονται από βιομηχανίες στην Ελλάδα.

Βιομηχανία Γάλακτος

Στη βιομηχανία γάλακτος, τα κύρια απορρίμματα που παρουσιάζονται είναι απορρίμματα που προέρχονται από τις διεργασίες μεταποίησης του γάλακτος σε διαφορετικά προϊόντα (γραφ.2).



- Τα στερεά και η οργανική ύλη είναι απορρίμματα που παράγονται κατά την θερμική επεξεργασία του γάλακτος (κυρίως με την μορφή υδρατμών, που προσκολλώνται σε τμήματα μηχανημάτων και σωληνώσεων).
- Ο ορός γάλακτος, τα λίπη και έλαια και τα υπολείμματα αλάτων παράγονται από τις διαδικασίες μεταποίησης του γάλακτος σε τυριά και γιαούρτια.
- Η ζύμωση του γάλακτος συνήθως παράγει απορρίμματα που δεν έχουν άμεση εφαρμογή στις εκάστοτε παραγωγικές διαδικασίες (Ahmad κ.ά. 2019).

Βιομηχανία Κρέατος και Κρεατοσκευασμάτων

Η βιομηχανία κρέατος είναι ίσως η βιομηχανία με τα υψηλότερα ποσοστά απορριμμάτων γενικότερα. Τα απορρίμματα αυτά αποτελούνται από παραπροϊόντα των σφαγίων, τα οποία είτε δεν έχουν άμεση εφαρμογή στο σκοπό, είτε για λόγους υγιεινής και ασφάλειας έχουν τεθεί υπό νομοθετικά πλαίσια, στα οποία είτε η χρήση τους έρχεται με προϋποθέσεις, είτε είναι πλήρως απαγορευμένα. Ταυτόχρονα, όπως θα αναφερθεί εκτενέστερα παρακάτω, απορρίμματα αποτελούν επίσης προϊόντα τα οποία δεν έχουν συσκευαστεί, δεν έχουν αποθηκευτεί, διαχειριστεί και συντηρηθεί σύμφωνα με τις πρέπουσες διαδικασίες (Karwowska, Łaba, και Szczepański 2021).

Item	Pigs		Cattle		Sheep	
	%	kg	%	kg	%	kg
Market live weight		100		600		60
Whole carcass	77.5	77.5	63.0	378.0	62.5	37.5
Blood	3.0	3.0	18.0	4.0	2.4	
Fatty tissue	3.0	3.0	4.0	24.0	3.0	1.8
Hide or skin	6.0	6.0	6.0	36.0	15.0	9.0
Organs	7.0	7.0	16.0	96.0	10.0	6.0
Head	5.9	5.9				
Viscera(chest and abdomen	10.0	10.0	16.0	96.0	11.0	6.6
Feet	2.0	2.0	2.0	12.0	2.0	1.2
Tail	0.1	0.1	0.1	6.0		
Brain	0.1	0.1	0.1	6.0	2.6	0.156

Πίνακας 1: Παραπροϊόντα σε ποσοστά ανά σφάγιο.
(Jayathilakan κ.ά. 2012, σ.281)

Βιομηχανίες εμφιάλωσης και ποτών

Στις συγκεκριμένες βιομηχανίες δεν υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον όσον αφορά την κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων που παράγονται, διότι σε συντριπτική πλειοψηφία τα κύρια απορρίμματα είναι τα ίδια τα προϊόντα, οι συσκευασίες και το νερό που προέρχονται κυρίως από λανθασμένους χειρισμούς των εμπλεκόμενων στις διαδικασίες αυτές (Samuel, Oyawale, και Fayomi 2019b).

Βιομηχανία Ελαίων και Λιπών

Η βιομηχανία ελαιολάδου είναι μια από τις πιο σημαντικές οικονομικά και διατροφικά βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο. Υπολογίζεται ότι παράγονται ετησίως (παγκοσμίως) περίπου 3 εκατομμύρια τόνοι ελαιόλαδο. Τα απόβλητα της ελαιουργίας προέρχονται κατά τη συγκομιδή και τη μηχανική έκθλιψη των καρπών και είναι ονομαστικά ο *κασίγαρος* (1,800,000 τόνοι ετησίως), διάφορα στερεά υπολείμματα από τη σάρκα των ελαίων (200.000 τόνοι) και το πυρηνέλαιο (18.000 τόνοι ετησίως) που με τη σειρά τους, αν δε γίνει ορθή διαχείρισή τους, έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία του περιβάλλοντος (ARGOENERGY 2024).

Βιομηχανία φρούτων και λαχανικών

Τα μη βρώσιμα τμήματα των φρούτων και λαχανικών αποτελούν το 10-50% του συνολικού τους βάρους. Σε αυτά τα ποσοστά συνυπολογίζονται οι φλούδες, τα κουκούτσια και η πούλπα των φρούτων ή αντίστοιχα των ριζών και των μη βρώσιμων εξωτερικών φυλλωδών στρωμάτων μερικών λαχανικών. Υπολογίζεται ότι προστίθεται περίπου στα 0.5 δισεκατομμύρια τόνους απορριμμάτων ετησίως, παγκόσμια (Bartezzaghi κ.ά. 2022).

Βιομηχανία σιτηρών

Τα απορρίμματα που παράγονται κατά την επεξεργασία σιτηρών μπορούν να διαχωριστούν σε στερεά και υγρά, ενώ δε θεωρούνται τοξικά. Ως *στερεά* εννοούνται τα περικόρπια και οι κόκκοι καλαμποκιού, τα σιτηρά της μπίρας και τα απορρίμματα της αρτοποιίας (άλευρα, ζύμες κλπ.). *Υγρά* αποτελούν κυρίως τα ύδατα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία πρώτων υλών της βιομηχανίας σιτηρών, όπως κατά την άλεση και βρασμό κόκκων ρυζιού κ.ά. (Ali Asadi, Morteza Akbari, και Yaser Mohammadi 2010). Σε κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις, οι λανθασμένοι

χειρισμοί των πρώτων υλών, οι ανεπαρκείς συνθήκες υγιεινής και ασφάλειας, μπορούν να οδηγήσουν στη μεγιστοποίηση της παραγωγής απορριμμάτων.

Κεφάλαιο 2

Εισαγωγή

Οι στρατηγικές μείωσης απορριμμάτων τροφίμων αφορούν τακτικές με τις οποίες οι βιομηχανίες τροφίμων μπορούν να πετύχουν έμμεση ή άμεση μείωση των απορριμμάτων που παράγονται κατά τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στις παραγωγικές μονάδες. Τέτοιες τακτικές δε σχετίζονται τόσο με την επί της ουσίας μείωση των απορριμμάτων, αλλά με την καλύτερη διαχείριση αρχικά αυτών και έπειτα με την προσπάθεια μεταποίησής τους. Οι κύριες τακτικές αυτές αφορούν πρωτίστως το ζήτημα της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των πρώτων υλών και σε μικρότερο βαθμό την πραγματική μείωση των απορριμμάτων. Το τελευταίο καθίσταται δυσκολότερο, καθώς κάθε βιομηχανία λειτουργεί έτσι, ώστε να παράγει τη μικρότερη δυνατή ποσότητα απορριμμάτων, αν γίνει αντιληπτό ότι συγκεκριμένες ποσότητες πρώτων υλών στον εκάστοτε τομέα, παράγουν συγκεκριμένες ποσότητες λυμάτων. Μπορεί να γίνει μια κατηγοριοποίηση αυτών των τεχνικών, βάσει του εύρους χρησιμότητας που έχουν. Αυτές μπορεί να είναι γενικευμένες τεχνικές, οι οποίες μπορεί να εφαρμοστούν σε κάθε βιομηχανία, με την προϋπόθεση ότι έχουν σε κάποιο βαθμό κοινά απορρίμματα, ή ακόμη, να είναι εύκολα προσαρμόσιμες σε κάθε βιομηχανία, λόγω της γενικής ισχύος της στρατηγικής (κεντρίζονται οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη). Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν ειδικές τεχνικές, που μπορούν να εφαρμοστούν σε συγκεκριμένες βιομηχανίες και ως εκ τούτου, στοχεύουν στα απορρίμματα που παράγονται μόνο στην βιομηχανία που αφορούν.

Γενικευμένες Στρατηγικές

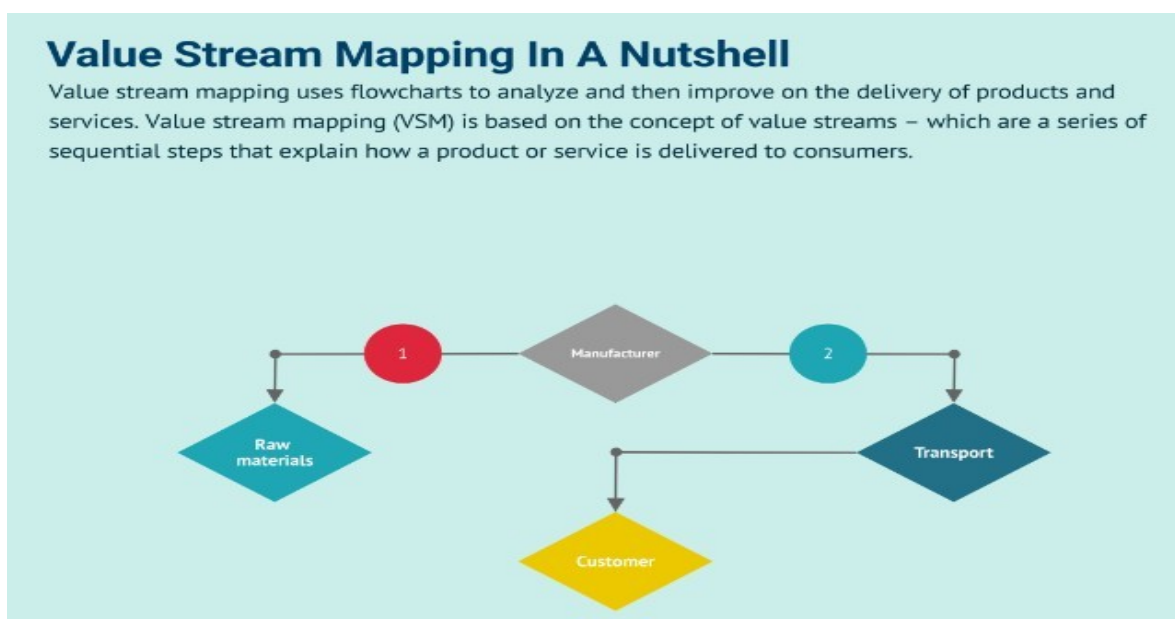
Ανάλυση και Μείωση Απορριμμάτων Τροφίμων με χρήση αρχής Pareto και Χαρτογράφηση ροής Αξίας (Value Stream Mapping)

Ο έλεγχος της παραγωγής γίνεται κατά κύριο λόγο με τη *Χαρτογράφηση Ροής Αξίας* και τη χρήση στατιστικών αναλύσεων της μελετώμενης βιομηχανίας στις σύγχρονες ημέρες. Η μέθοδος αυτή βρίσκει άμεση εφαρμογή στο να εντοπίζει σημεία στα οποία παρατηρούνται τα μεγαλύτερα ποσοστά παραγωγής απορριμμάτων σε μια διαδικασία σύστασης προϊόντος, παραδίδοντας το τελικό αποτέλεσμα, με τη μικρότερη δυνατή απώλεια. Η κατά βήμα προσέγγιση μιας παραγωγικής διαδικασίας εξυπηρετεί στην αναθεώρηση των σταδίων μιας διεργασίας, ώστε να υπάρχει αντίληψη

όσων αφορά τα στάδια τα οποία να αποδειχτούν προστιθέμενης αξίας στη συνολική παραγωγή.

Παρέχοντας το συγκεκριμένο διάγραμμα (ζήτηση προς παραγωγή), είναι δυνατό να οπτικοποιηθούν τα σημεία στα οποία εμφανίζονται οι περισσότερες απώλειες και αποτελεσματικά, μπορούν είτε να μειωθούν είτε να εξαλειφθούν πλήρως. Συνεπώς, μπορεί εύκολα να συνδυαστεί με την αρχή *Παρέτο*, ώστε αυτή η απεικόνιση να γίνει πιο ξεκάθαρη.

Η ανάλυση *Παρέτο* υποστηρίζει ότι το 80% των συνολικών απορριμμάτων, προέρχεται μόνο από το 20% των συνολικών διεργασιών σε μια παραγωγική διαδικασία. Ταυτόχρονα, το 80% των προϊόντων σε μια βιομηχανία, παράγεται από το 20% των εργαζομένων. Η ανάλυση αυτή στηρίζεται επίσης στο γεγονός ότι αρκετές μεταβλητές συνδράμουν στην επίτευξη μιας δράσης και με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατόν να εντοπίζονται οι πιο καίριες αιτίες, ώστε να μπορέσει να λυθεί συνολικά ένα ζήτημα (Samuel, Oyawale, και Fayomi 2019a).



Γράφημα 3: Χαρτογράφηση Ροής Αξίας.

[Ανάκτηση: https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffourweekmba.com%2Fvalue-streammapping%2F&psig=AOvVaw2LikMNQADhz8JY9WNHeMY4&ust=1726245741742000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2ahUKEwir0o_T7L2IAxVZcPEDHSqiLsAQjRx6BAgAEBg (Πρόσβαση στις 19 Αυγούστου 2024)].

Μείωση χρήσης υδάτων στη βιομηχανία τροφίμων με ανακύκλωση τους με τη χρήση μεμβρανών

Οι βιομηχανίες τροφίμων αποτελούν την κορυφαία βιομηχανία σε όλο τον κόσμο σε απαιτήσεις για καθαρό νερό, ανά τόνο προϊόντος. Λόγω του αυξανόμενου κόστους του και του δεδομένου περιορισμού του ως φυσικός πόρος, οι ανάγκες αυτές αυξάνονται ετησίως. Σύμφωνα με τη

νομοθεσία, το νερό που χρησιμοποιείται για καθαρισμό στις βιομηχανίες οφείλει να τηρεί τις προϋποθέσεις του πόσιμου νερού. Σε μηχανές ατμοποίησης και ψύξης, οι προϋποθέσεις αυτές αυστηροποιούνται σε μεγαλύτερο βαθμό.

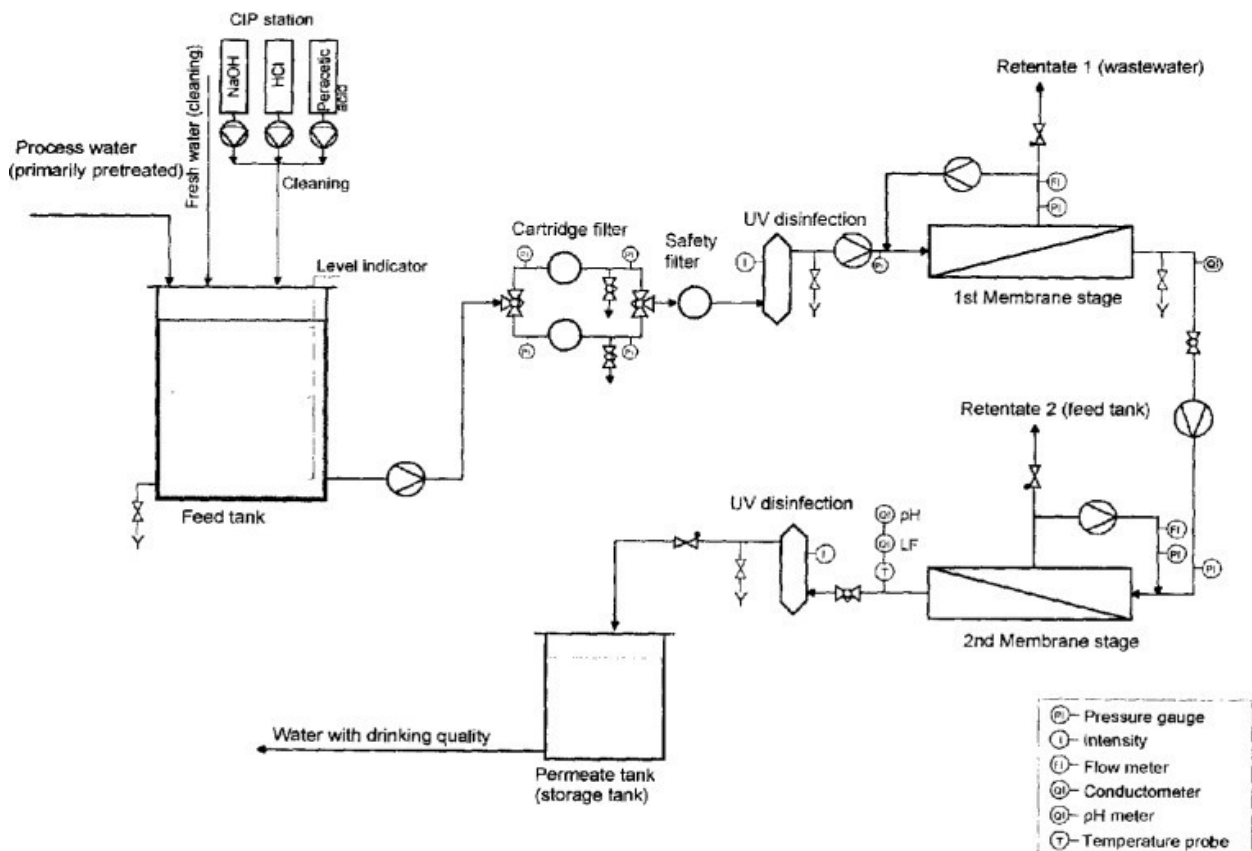
Κατά τη διεξαγωγή έρευνας χρησιμοποιήθηκε νερό χαμηλής επιμόλυνσης που συγκεντρώθηκε στα αστικά λύματα, κατά την οποία εξετάστηκε μια σειρά μηχανισμών καθαρισμού των υδάτων, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε προαναφερθείσα περίπτωση. Στην ίδια έρευνα, χρησιμοποιήθηκαν δείγματα αποβληθέντος ύδατος από υδρατμούς γάλακτος για παραγωγή σκόνης, νερό ψυκτικής μηχανής από την κρεατοβιομηχανία και νερό έκπλυσης φιαλών. Τα δείγματα νερού αυτά υποβλήθηκαν σε μια διαδικασία έκπλυσης τεσσάρων (4) σταδίων και εξετάστηκαν ως προς τις προϋποθέσεις χρήσεις στη βιομηχανία (γραφ. 4 και 5):

Πρώτο στάδιο (pretreatment): Σε αυτό το στάδιο, τα δείγματα ψυκτικής μηχανής και φιαλών υποβλήθηκαν σε φιλτράρισμα δις, ώστε να απομακρυνθούν τα εμφανή σωματίδια (πχ. Μικροτεμάχια κρέατος) και στη συνέχεια ακτινοβολήθηκαν για μείωση του μικροβιακού φορτίου.

Δεύτερο στάδιο (Κύριο στάδιο): Τα δείγματα υποβλήθηκαν σε νανοφιλτράρισμα (NF1).

Τρίτο στάδιο (post-treatment): Τα δείγματα υποβλήθηκαν είτε σε δεύτερη φάση νανοφιλτραρίσματος (NF2) είτε σε διαδικασία αντίστροφης όσμωσης (RO).

Τέταρτο στάδιο: Ακτινοβολήση (UV). Στο στάδιο αυτό, οι συνθήκες ήταν αυστηρά ελεγχόμενες.



Γράφημα 4: Διάγραμμα ροής καθαρισμού νερού με μεμβράνες.
(V. Mavron και E. B4Iihres χ.χ., σ.78).

Parameter	Chiller shower water	Treated water	Drinking water requirements
El. conductivity, $\mu\text{S}/\text{cm}$	510–1550	7–120	<2000
TOC, mg/l	8–260	1.4–2.5	<4
Ammonium, mg/l	—	0.03–0.26	<0.5
Calcium, mg/l	—	0.26–0.70	<12
Sodium, mg/l	—	1.3–3.8	<150
Chloride, mg/l	1–120	0.7–2.1	<250
Total phosphorus, mg/l	—	<0.02	<5

*Γράφημα 5: Τιμές παραμέτρων μεταξύ πόσιμου, ψυκτικού και καθαρισμένου νερού.
(V. Mavron και E. B4Iihres χ.χ.,σ. 83).*

Ταυτόχρονα, σε κάθε ένα από τα δείγματα, στο τέλος της διαδικασίας, κανένας μικροοργανισμός δεν ήταν ανιχνεύσιμος. Επομένως, μετά την εξέταση των δειγμάτων για τις παραπάνω παραμέτρους, το νερό που καθαρίζεται με τη χρήση μεμβρανών πληρεί τις προδιαγραφές τόσο ως πόσιμο όσο και ως νερό ψύξης και είναι επομένως μια αξιόπιστη μέθοδος μείωσης των αντλούμενων υδάτων στις βιομηχανίες τροφίμων (V. Mavron και E. B4Iihres χ.χ.).

Μετατροπή απορριμμάτων σε ενέργεια

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας, περίπου 1.3 δισεκατομμύρια τόνοι τροφίμων απορρίπτονται σε όλο το μήκος της τροφικής αλυσίδας. Ο όγκος των απορριμμάτων αυτών καταλήγει κατά κύριο λόγο σε χωματερές ή χώρους υγειονομικής ταφής, πρακτικές οι οποίες έχουν αποτύπωμα τόσο στο περιβάλλον, όσο και στην υγεία του ανθρώπου. Σε συνάρτηση της παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης (μη ανανεώσιμες, εξαντλούμενες και πλέον αρκετά κοστοβόρες), ένας τρόπος μετρίασης και των δύο φαινομένων είναι η μετατροπή απορριμμάτων στα βιομηχανικά λύματα σε ενέργεια, μέσω αναερόβιας ζύμωσης.

Τα απορρίμματα τροφίμων ποικίλουν ανάλογα με το είδος του τροφίμου. Λαχανικά, φρούτα και σιτηρά είναι πλούσια σε υδατάνθρακες, ενώ κρέας, γάλατα, όσπρια και τυριά πλούσια σε πρωτεΐνες, έλαια και λίπη πλούσια σε λιπαρά. Στόχος της αναερόβιας ζύμωσης, ή μεθανογένεσης, είναι η αξιοποίηση των παραπάνω θρεπτικών συστατικών, για την παραγωγή μεθανίου (βιοκαυσίμου). Γενικότερα, η διαδικασία της μεθανογένεσης εκτυλίσσεται σε 3 κυρίως στάδια (γραφ.6):

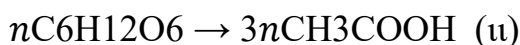
Ενζυμική υδρόλυση: Σε αυτό το στάδιο, τα πολυμερή δεν μπορούν να εισέλθουν στις μεμβράνες των κυττάρων, επομένως διασπώνται σε ολιγομερή ή μονομερή με τη διαδικασία της υδρόλυσης με τη βοήθεια υδρολυτικών ενζύμων, που παράγονται από τα προαιρετικά αερόβια και αναερόβια

υδρολυτικά βακτήρια. Οι πρωτεΐνες μετατρέπονται σε πεπτίδια και αμινοξέα, οι πολυσακχαρίτες σε ολιγοσακχαρίτες και μονοσακχαρίτες και τα λιπίδια σε γλυκερόλη και λιπαρά οξέα. Βακτήρια του γένους *Streptococcus* & *Enterobacter* είναι υπεύθυνα για την υδρόλυση.

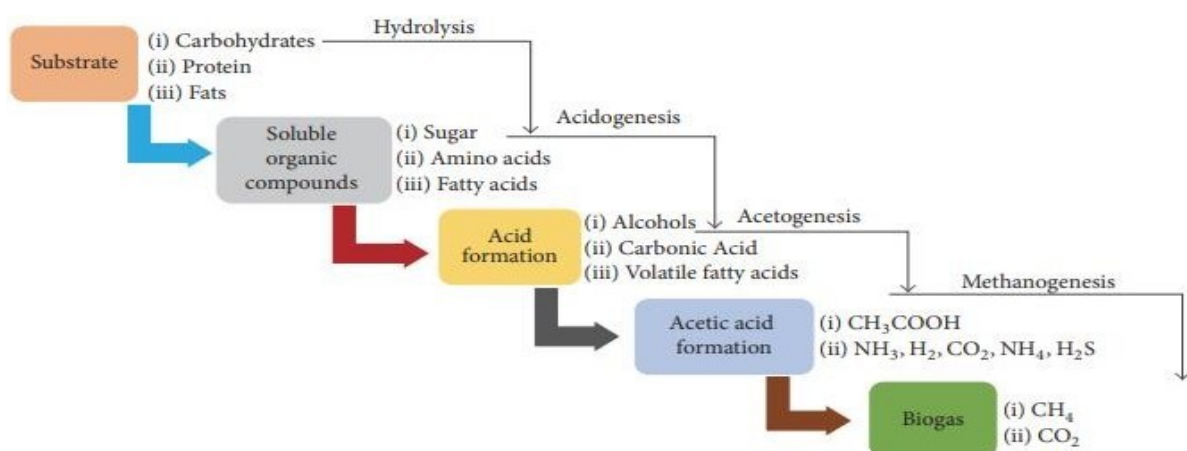
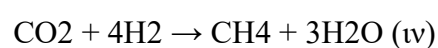
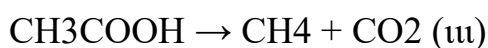


Οξεογένεση: Στη δεύτερη φάση, τα υδρολυμένα προϊόντα ζυμώνονται, με στόχο την παραγωγή πτητικών λιπαρών οξέων, όπως προπιονικό, βουτυρικό, βαλερικό και ισοβουτυρικό, και παραπροϊόντα (διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, αμμωνία). Τα προϊόντα της πρώτης φάσης αποτελούν υπόστρωμα για τις αντιδράσεις της δεύτερης.

Ακετογένεση: Βακτήρια του γένους *Syntrophobacter* & *Syntrophomonas* μετατρέπουν τα οξέα σε οξικά ανιόντα και υδρογόνο. Το υδρογόνο στη φάση αυτή, παρ'όλο που έχει εκκινήτρια δράση στα βακτήρια, λόγω συμβίωσης, απομακρύνεται γρήγορα. Αποτελεί το πιο σημαντικό στάδιο, γιατί η ποσότητα των ανιόντων είναι καθοριστική για την ποσότητα του μεθανίου που παράγεται τελικά.



Μεθανογένεση: Τελευταία φάση της διαδικασίας κατά την οποία παράγεται το μεθάνιο από τη ζύμωση οξικού οξέος ή μείωση του διοξειδίου του άνθρακα. Η φάση αυτή πραγματοποιείται από τα *Αρχαία*.



Γράφημα 6: Στάδια παραγωγής βιοκαυσίμου (Paritosh κ.ά.)

2017,σ.4).

Η μέθοδος αυτή είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη. Πάραυτα, λόγω του ότι σε ένα σύνολο απορριμμάτων της βιομηχανίας δεν μπορούμε να γνωρίζουμε επακριβώς τη σύσταση τους σε θρεπτικά συστατικά, τα αποτελέσματα από κύκλο σε κύκλο μπορεί να διαφέρουν. Αν μια παρτίδα, για παράδειγμα, έχει μεγαλύτερο ποσοστό σε λίπη και έλαια, θα έχει μεγαλύτερη απόδοση από μια που αποτελείται από πρωτεΐνες. Επομένως, είναι γόνιμο να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι απο βιομηχανία σε βιομηχανία, η απόδοση δύναται να διαφέρει (Paritosh κ.ά. 2017).

Ανακύκλωση πολυμερών από υλικά συσκευασίας

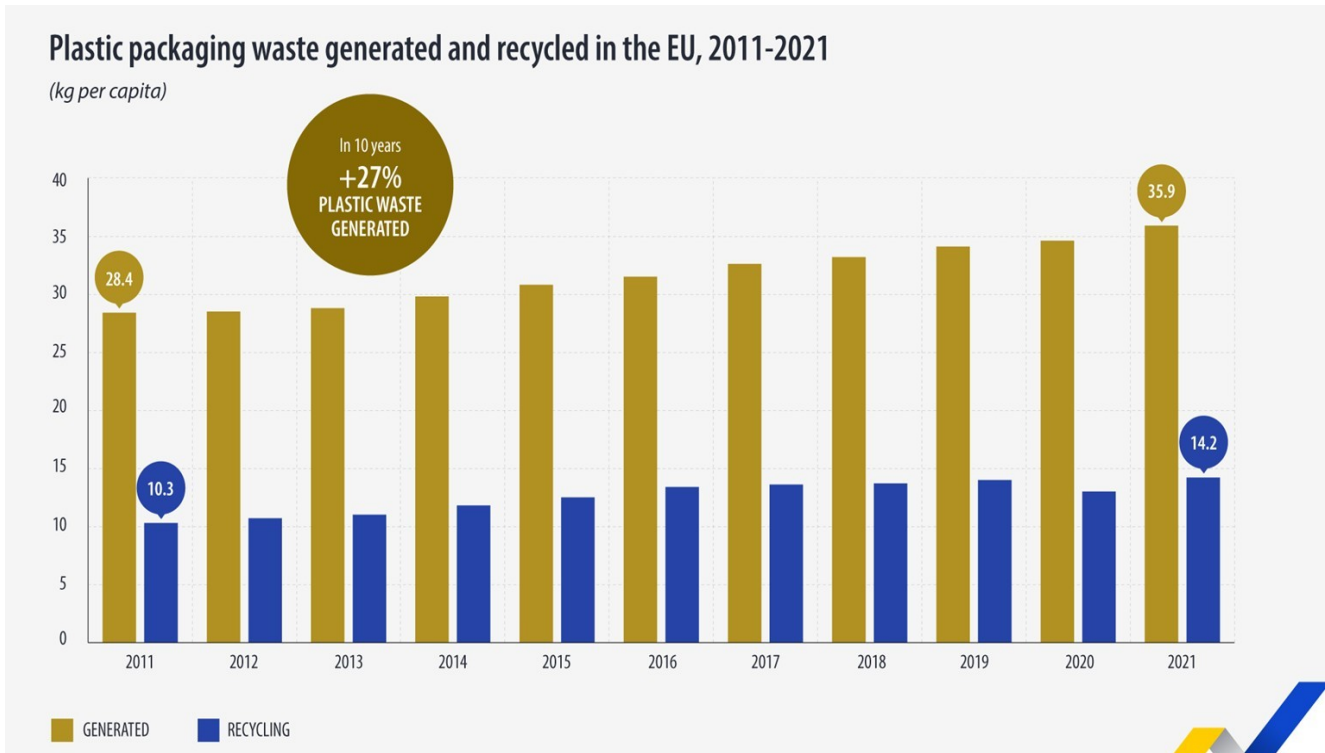
Ο ρόλος της συσκευασίας είναι να προστατεύει τα τρόφιμα από το περιβάλλον τους. Επί του παρόντος, σχεδόν όλα τα προϊόντα που αγοράζονται είναι συσκευασμένα. Τα υλικά και τα πρότυπα σχέδια που χρησιμοποιούνται για κάθε εργασία συσκευασίας εξαρτώνται από το ίδιο το προϊόν, το οποίο πρόκειται να εξυπηρετήσει. Η συσκευασία χρησιμοποιείται για την εκπλήρωση συγκεκριμένων σκοπών. Αρχικά, χρησιμοποιείται για την προστασία του προϊόντος από μηχανικές βλάβες, μικροβιακή επιμόλυνση και φθορά. Έπειτα, γίνεται χρήση της για την προώθηση, διαφήμιση του προϊόντος και την επικοινωνία με τον καταναλωτή, όπως και τη γνωστοποίηση πληροφοριών στον τελευταίο σχετικά με το περιεχόμενο, τη σύνθεση και τις οδηγίες για την ασφαλή χρήση και κατανάλωση. Ύστερα, η συσκευασία συμβάλλει στη βελτίωση της διαδικασίας της διανομής και στη μείωση του αποθηκευτικού κόστους και του κόστους μεταφοράς, ενώ, τέλος, διευκολύνει τη γενικότερη χρήση, καθώς και τη μείωση πρόκλησης κινδύνων με την πρόληψη επιβλαβούς χρήσης της.

Η συσκευασία, παρόλο που προσφέρει τεράστια πλεονεκτήματα, είναι υποκειμενικά ένα τεράστιο ζήτημα προς αμφισβήτηση, όσον αφορά τη συνεισφορά της στο αποτύπωμα στο περιβάλλον. Θεωρείται μια συνεχής πηγή απορριμμάτων, αφού καταλαμβάνει τα 2/3 του όγκου στους χώρους συλλογής απορριμμάτων. Επιπρόσθετα, η αυξανόμενη τάση για χρήση πλαστικών στην συσκευασία, τέλεσαν την απόρριψη τους ένα μεγάλο οικολογικό "γολγοθά". Η συσκευασία αντιπροσωπεύει περίπου το 30% των στερεών αστικών λυμάτων.

Για τη μετρίαση του προβλήματος, έχουν προταθεί κατά καιρούς αρκετές λύσεις, μια εκ των οποίων, προτεινόμενη και από τους ίδιους τους καταναλωτές, ήταν η αντικατάσταση των πλαστικών με άλλα, ανακυκλώσιμα υλικά, όπως το γυαλί και το χαρτί. Μακροπρόθεσμα όμως, αποδείχθηκε μέσω μελετών, ότι οι κύριες παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη κατά την δημιουργία νέων συσκευασιών, όπως η κατανάλωση ενέργειας, η κατανάλωση πρώτων υλών, ο όγκος των απορριμμάτων καθώς και το κόστος, έδειξαν αύξηση τουλάχιστον 100%. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των πρώτων υλών, σημειώθηκε αύξηση της τάξης του 400% (Arvanitoyannis και

Bosnea 2001).

Παρακάτω, το διάγραμμα (γραφ.7) περιγράφει την προσαύξηση του βάρους των πλαστικών που χρησιμοποιούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση, σε σύγκριση με το βάρος των πλαστικών που ανακυκλώνονται ετησίως. Η προσαύξηση σημειώθηκε στο περίπου στο 21%, σε βάθος δέκα χρόνων.



eurostat

Γράφημα 7: Στατιστικά χρήσης και ανακύκλωσης πλαστικών 2011-2021.

[Ανάκτηση: <https://images.app.goo.gl/k2cE4YonYS6D7t3f6> (Πρόσβαση στις 30 Αυγούστου 2024)]

Η κύρια μέθοδος απόρριψης των πλαστικών στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης είναι οι ΧΥΤΑ (Χώροι Υγειονομικής Ταφής). Κατά συνέπεια, οι κύριοι τρόποι διαχείρισης, γενικότερα, είναι:

- Η Πρόληψη και Μείωση στην πηγή.
- Η Αποικοδομήσιμη συσκευασία.
- Η Ανακύκλωση (μηχανική, χημική, ανακύκλωση στην πρώτη ύλη).
- Η Καύση για ανάκτηση ενέργειας.
- Η Καύση για μείωση όγκου απορριμμάτων.
- Οι ΧΥΤΑ.

Είναι αξιοσημείωτο ότι από τις παρούσες τεχνικές, όσον αφορά τις στρατηγικές μείωσης, προκαλούν ενδιαφέρον η πρόληψη και η μείωση στην παραγωγή (έλεγχος κατά την παραγωγή, μέγιστη αξιοποίηση πόρων, συνεπάγεται μετρίασης περιβαλλοντικού αποτυπώματος λόγω

μικρότερου και πιο αποτελεσματικού όγκου παραγωγής, μειώνοντας τα σφάλματα κατά την παραγωγή), η καύση για

ανάκτηση ενέργειας (διπλός σκοπός- μείωση του τελικού όγκου που καταλήγει σε ΧΥΤΑ και χωματερές/ παραγωγή ενέργειας χωρίς περαιτέρω σπατάλη δευτέρων και τρίτων φυσικών πόρων, παρά αξιοποίηση των πόρων που θεωρούνται χωρίς ιδιαίτερη χρησιμότητα) και τελικά η ανακύκλωση (Ncube κ.ά. 2021).

Οι παραπάνω διεργασίες όχι μόνο προωθούν ένα βιώσιμο, καινοτόμο και αειφόρο οικολογικό σύστημα, αλλά τελικά παρουσιάζουν και άλλα, μη "λειτουργικά", προτερήματα, μειώνοντας την ατμοσφαιρική και την περιβαλλοντική ρύπανση.

Καύση πλαστικών

Μια εναλλακτική μέθοδος διαχείρισης απορριμμάτων είναι η καύση. Η καύση των απορριμμάτων γίνεται σε ειδικούς καυστήρες, όπου πραγματοποιείται τελικά μια μετατροπή σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Τα εναπομείναντα στοιχεία μπορεί να είναι επίσης μικρές ποσότητες υδροχλωρίου, θείου και άλλων πτητικών συστατικών, αλλά και τέφρα. Η καύση επιτυγχάνει μια σημαντική μείωση της τάξης του 80 με 90% στον συνολικό όγκο των απορριμμάτων που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ. Μια ιδιαίτερα σημαντική λεπτομέρεια όμως που οφείλει να λαμβάνεται υπόψη είναι ότι δεν είναι όλα τα συστατικά που παράγονται βιοαποικοδομήσιμα και, επομένως, δεν μπορεί να θεωρηθεί αυτούσια μια διαδικασία απόρριψης, παρά ένας συνδυαστικός τρόπος, ώστε να μειωθεί ο φόρτος που κατατίθεται στους ΧΥΤΑ. Ταυτόχρονα, η καύση των απορριμμάτων (στην συγκεκριμένη περίπτωση των πλαστικών) μπορεί να αποτελέσει μια μέθοδο προεργασίας και προετοιμασίας των απορριμμάτων, ώστε να προσδώσει τριφασικό χαρακτήρα στη διαδικασία (μείωση απορριφθέντων πλαστικών-βελτίωση αποικοδομησιμότητας- προσθήκη αξίας στην μετατροπή τους σε ενέργεια).

Επαναχρησιμοποίηση και Ανάκτηση

Η επαναχρησιμοποίηση και η ανάκτηση μπορούν να καταταχθούν στον πρώτο πυλώνα των μεθόδων διαχείρισης (πρόληψη και μείωση στην πηγή). Στις περιπτώσεις όπου η συσκευασία δεν μπορεί να ανακτηθεί, οφείλει να επαναχρησιμοποιηθεί, αφού έχει ξεπεράσει τον αρχικό σκοπό της, τίθοντας τη όμως για παρόμοια δρομολόγηση. Προτού όμως έλθει η απόφαση για επαναχρησιμοποίηση, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη δυο σχετικοί προβληματισμοί: είναι η επιλογή αυτή για επαναχρησιμοποίηση λιγότερο δαπανηρή οικονομικά, τεχνολογικά και περιβαλλοντικά; Είναι κατάλληλο το υλικό για επαναχρησιμοποίηση;

Η συσκευασία, πράγματι, αποτελεί μια από τις πιο επιβαρυντικές ευθύνες σε μια βιομηχανία παραγωγής τροφίμων. Πρέπει, λοιπόν, να χρησιμοποιείται κατάλληλη κριτική σκέψη, ώστε να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα της επαναχρησιμοποίησης έναντι της αντικατάστασης.

Τα υλικά συσκευασίας είναι κατά κανόνα απορροφητικά, ιδιαίτερα τα πλαστικά.

Παρατηρείται η τάση του φαινομένου της εισρόφησης των πτητικών συστατικών από τους περιέκτες,

όταν σε αυτά έχουν τοποθετηθεί πρότινος προϊόντα που τα περιέχουν. Μια συσκευασία, λοιπόν, είναι κατάλληλη για επαναχρησιμοποίηση, όταν είναι ανθεκτική σε μικροβιολογικές και χημικές αλλοιώσεις.

Ανακύκλωση

Ο όρος ανακύκλωση αναφέρεται στην ευρύτερη έννοια της μετατροπής του απορρίμματος σε χρήσιμο υλικό. Παρόλο που στον τομέα της διαχείρισης αποτελεί δευτερεύουσα έννοια, αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες έχουν υιοθετήσει την νοοτροπία αυτή. Ιστορικά, η ανακύκλωση είναι από τους βασικότερους τρόπους μείωσης των απορριμμάτων. Τα μέταλλα ανακυκλώνονται από τη στιγμή που ανακαλύφθηκαν, λόγω της υψηλής τους οικονομικής αξίας, της σπανιότητας και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, χωρίς ωστόσο η ανακύκλωσή τους να μπορεί να προσδιοριστεί χρονικά. Παρόμοια πρακτική μπορεί να υιοθετηθεί και στο χαρτί. Λόγω της απουσίας ή της περιορισμένης ύπαρξης παλαιότερα των ΧΥΤΑ, ήταν αναγκαίο να βρεθεί τρόπος μετρίασης των απορριμμάτων των προαναφερθέντων. Η καθολική ιστορική ισχύς τους, ταυτόχρονα με την σύγχρονη ανάγκη και την υποβόσκουσα απειλή της κλιματικής αλλαγής, καθιστούν τη διαδικασία της ανακύκλωσης την πλέον προτιμότερη μέθοδο διαχείρισης των απορριμμάτων.

Τα στάδια της ανακύκλωσης είναι 5:

- Χ Συλλογή και διαχωρισμός ανακυκλώσιμων υλικών από την ροή των απορριμμάτων.
- Χ Ανάκτηση πρώτης ύλης μέσω διεργασιών, ώστε να αντικαταστήσουν τις αγνές πρώτες ύλες.
- Χ Μάρκετινγκ και "προμοτάρισμα" των ανακυκλωμένων υλικών.
- Χ Εγκαθίδρυση αγοράς για ανακυκλωμένα υλικά.
- Χ Συμμετοχή του κοινού στα προγράμματα ανακύκλωσης.

Η βιωσιμότητα της ανακύκλωσης εξαρτάται από παράγοντες όπως τη σύσταση της συσκευασίας που πρόκειται να ανακυκλωθεί (πλαστικά συνδυασμένα με άλλες πρώτες ύλες γενικά δεν προτιμώνται λόγω της δυσκολίας στο διαχωρισμό και της περιορισμένης επαναχρησιμοποίησης), η ισχύουσα νομοθεσία, η αποδοχή και η εκπαίδευση του καταναλωτή, αλλά και οι τεχνολογικές πρόοδοι.

Ανακύκλωση πλαστικού

Το πλαστικό αποτελεί περίπου το 8% της συνολικής ποσότητας των απορριφθέντων, με το 85% αυτού να αποτελείται από θερμοπλαστικά όπως το PET (polyethylene terephthalate), HDPE/LDPE (high density/low density polyethylene), PVC (polyvinyl chloride), και PP (polypropylene).

Substances	Europe	Netherlands	Sweden	Switzerland	Italy	UK	Germany	China	Japan	India	Egypt	USA
Glass	8	7	7	8	10	15	12	1	—	1	2	8
Nonferrous metals	—	3	—	1	—	—	4	—	—	—	—	—
Metals	—	—	3	5	—	7	—	1	5	—	—	9
Ferrous and non-ferrous metals	8	—	—	—	8	—	—	—	—	—	1	4
Organic	33	53	30	29	30	23	42	45	16	36	70	26
Paper	30	24	40	32	25	34	20	5	37	3	10	41
Plastics	7	6	9	13	7	4	4	1	15	—	1	6
Textiles	4	2	—	3	10	4	4	—	4	4	2	—
Wood	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Others	10	4	10	9	10	13	14	47	23	56	14	6
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Πίνακας 2: Ποσοστά εκ του συνολικού βάρους των απορριμμάτων που παράγονται σε 12 χώρες. (Arvanitoyannis και Bosnea 2001, σ. 304)

Διαχωρισμός συσκευασιών

Μετά τη συγκομιδή (σε βιομηχανικό επίπεδο), συλλέγονται σε εργοστασιακές μονάδες με αυτοματοποιημένα συστήματα διαχωρισμού. Ο διαχωρισμός αυτός περιλαμβάνει δύο στάδια, ένα στο οποίο γίνεται διαχωρισμός σε υλικά (μέταλλα, γυαλί, χαρτί, πλαστικό) και στη συνέχεια διαχωρισμός των πολυμερών των συσκευασιών, αφού έχουν τεμαχιστεί σε μικρά κομμάτια.

Στη δεύτερη φάση, ο διαχωρισμός μπορεί να γίνει είτε φυγοκεντρικά, μέσα από την εκμετάλλευση των διαφορετικών πυκνοτήτων, είτε μέσω συστημάτων φασματοσκοπίας (οπτικά) με IR, UV & vis φασματοσκοπία. Πιο σύγχρονα ακόμη, χρησιμοποιείται και φασματοσκοπία NIR, η οποία φαίνεται να δίνει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά το χρόνο διεκπόνησης και την ανιχνευσιμότητα.

Προεργασία ανακύκλωσης

Τεμαχισμός υλικών και στη συνέχεια θέρμανση στους 135 με 140 βαθμούς κελσίου, με σκοπό την δημιουργία ομογενούς πάστας, που κάνει τη διαδικασία του διαχωρισμού ευκολότερη.

Μηχανική ανακύκλωση

Σκοπός της μηχανικής ανακύκλωσης είναι να επεξεργαστεί τα πλαστικά- έπειτα από τη χρήση του καταναλωτή, ώστε να παραχθούν νέα προϊόντα. Διαχωρίζονται σε διαφορετικά κλάσματα και μετατρέπονται σε νιφάδες ή κόκκους. Τα νέα προϊόντα μπορούν να παραχθούν είτε με έγχυση σε καλούπια, είτε με θερμή εξώθηση είτε με επανακλασμάτωση και κοκκοποίηση. Γενικότερα, η μοναδική διαδικασία που έχει ευαισθησία στις προσμίξεις πολυμερών είναι η εξώθηση.

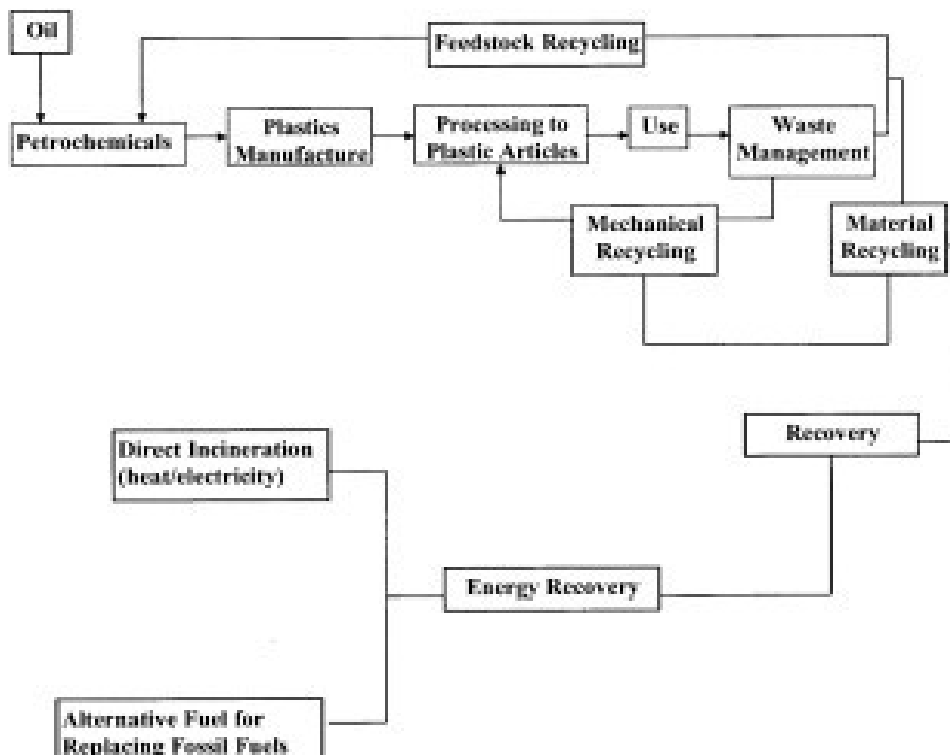
Ανακύκλωση προς πρώτη ύλη

Κύριος σκοπός αυτού του τύπου ανακύκλωσης είναι η μετατροπή του πλαστικού- μετά τον καταναλωτή- σε πρώτες ύλες οι οποίες διοχετεύονται πίσω στη βιομηχανία για την παραγωγή πετροχημικών βάσης προϊόντων (γραφ.9). Δυο παραδείγματα της κατηγορίας αυτής είναι η παραγωγή ελαίων από κάρβουνο (μέσω υδρογόνωσης) και η παραγωγή καυσίμων.

Χημική Ανακύκλωση

Οι διαδικασίες χημικής ανακύκλωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανακύκλωση πλαστικών αποβλήτων, όμως απαιτεί πλαστικά σχεδόν ομοιόμορφης χημικής σύνθεσης και επαρκούς καθαρότητας. Όσον αφορά το κόστος, η χημική ανακύκλωση δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε φθηνά πλαστικά, αλλά σε πλαστικά όπως οι πολυουρεθάνες. Ο στόχος οποιασδήποτε διαδικασίας χημικής ανακύκλωσης είναι ο αποπολυμερισμός της πολυουρεθάνης και η ανάκτηση εκείνων των υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Οι κυριότερες διαδικασίες που μπορούν να εφαρμοστούν για την επίτευξη του στόχου είναι η υδρόλυση, η υδρογόνωση, η πυρόλυση, η αμινολύση και η γλυκόλυση.

Εκτός αυτών, όσον αφορά το διογκωμένο πολυστυρένιο, εφαρμόζεται μια σχετικά νέα τεχνική, που αξιοποιεί το d-λιμονένιο ως διαλύτη για την συρρίκνωση του και επαναδιαχωρισμό του από τον διαλύτη.



Γράφημα 8: Προτεινόμενος κύκλος ανακύκλωσης πλαστικών.
(Arvanitoyannis και Bosnea 2001, σ. 296)

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Όλες οι εργασίες ανακύκλωσης πρέπει να πληρούν τόσο τις απαιτήσεις της αγοράς όσο και τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Η ανακύκλωση είναι η πιο διαδεδομένη για μείωση των απορριμμάτων συσκευασίας. Η ΕΟΚ συνέστησε μια οδηγία που θα πρέπει να εναρμονίσει τις διάφορες εθνικές ρυθμίσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ως εκ τούτου, κάθε αξιολόγηση των διαδικασιών ανακύκλωσης πλαστικών πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τη συμβατότητά τους, επιπλέον του πραγματικού κόστους ανακύκλωσης. Συνεπώς, η LCA (Life Circle Assessment) είναι ένα σύστημα που περιγράφει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις επιπτώσεις ενός προϊόντος σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του. Είναι ένα ερευνητικό όργανο για οποιοσδήποτε περιβαλλοντικές παραμέτρους με υπόβαθρο τεχνικών και οικονομικών προδιαγραφών. Για τον σκοπό αυτό, τα ισοζύγια πρώτων υλών, ενέργειας, εκπομπών, λυμάτων και αποβλήτων δημιουργούνται και εξετάζονται καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Ένα οικολογικό προφίλ βασίζεται στις ίδιες αρχές της LCA, αλλά περιγράφει καθολικά, μόνο τις επιπτώσεις που επιφέρει στο περιβάλλον συναρτήσει της κατάταξης των διεργασιών. Το επόμενο βήμα είναι η απογραφή όλων των εκπομπών και της κατανάλωσης πόρων που προκαλούνται από τις διαδικασίες του κύκλου ζωής και η τυποποίηση των εκπομπών είναι το τρίτο βήμα για μια διεξοδική αξιολόγηση του κύκλου ζωής

Το σημαντικότερο συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει η LCA είναι ότι συχνά υπάρχουν περισσότερες από μία οικολογικά ασφαλείς μέθοδοι για την ανάκτηση πλαστικών. Αντίθετα, οι τεχνικές ανακύκλωσης πρώτων υλών, μηχανικής ανακύκλωσης ή ανάκτησης ενέργειας μπορούν να επιλεγούν ανάλογα με την ιδιαίτερη κατάσταση. Από οικολογική άποψη, το πιο σημαντικό είναι η καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων και του ενεργειακού περιεχομένου των πλαστικών μετά την κατανάλωση.

Τελικά, η LCA μπορεί επίσης να προβλέψει και την καταλληλότητα της κάθε διεργασίας, σχετικά με το αποτύπωμα στο περιβάλλον και διαπιστώνει με σαφήνεια και ακρίβεια τις παραμέτρους που καθορίζουν το συνολικό πλεονέκτημα στο κόστος και στο οικοσύστημα (Arvanitoyannis και Bosnea 2001).

Ανατροφοδότηση απορριμμάτων-παραπροϊόντων σε ζωοτροφές

Η αυξανόμενη ζήτηση για ζωικά προϊόντα αναμένεται να οδηγήσει σε περαιτέρω ζήτηση ζωοτροφών, ιδίως σε χονδρόκοκκα σιτηρά, όπως είναι ο αραβόσιτος, και τα πρωτεϊνούχα σιτηρά βραχυπρόθεσμα. Οι συμβατικές δίαιτες των πτηνών και των χοίρων βασίζονται κυρίως στο καλαμπόκι και τη σόγια ως πηγές ενέργειας και πρωτεϊνών, αντίστοιχα. Τα απορρίμματα τροφίμων

θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν μέρος των σπόρων δημητριακών και των φυτικών πρωτεϊνικών πηγών που

χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων. Επιπλέον, το κόστος των ζωοτροφών αποτελεί ένα ιδιαίτερα κομβικό στοιχείο στην παραγωγή κρέατος και επηρεάζει τα οικονομικά κέρδη. Το κόστος ζωοτροφών κυμαίνεται από 55% έως 72% του συνολικού κόστους παραγωγής χοίρων στην ΕΕ και από 55% έως 75% του συνολικού κόστους παραγωγής πτηνών. Επομένως, το κόστος είναι αναμενόμενο να μειωθεί, έχοντας ανατροφοδοτήσει τα βιομηχανικά παραπροϊόντα σε ζωοτροφές (Georganas κ.ά. 2020).

Θρεπτικά συστατικά

Αμινοξέα: Στα πουλερικά και στους χοίρους, η ποσότητα και περιεκτικότητα σε αμινοξέα είναι αρκετά σημαντική. Δείγματα από βιομηχανίες, κουζίνες και εστιατόρια εξετάστηκαν ως προς αυτά τα χαρακτηριστικά και κατά μέσο όρο, αποτελούνται από 25% περίπου πρωτεΐνη. Όταν χρησιμοποιούνται κυρίως σόγια και αραβόσιτος, τα σημεία ενδιαφέροντος κεντρίζονται στα αμινοξέα λυσίνη και μεθειονίνη.

Μέταλλα: Περιεκτικότητα σε εύρος 3-6%. Επίσης σημαντικά στη διατροφή των οικόσιτων ζώων. Τα απορρίμματα σε γενικές γραμμές τείνουν να έχουν πιο αυξημένη τιμή αλάτων νατρίου.

Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα: Περιεκτικότητα εύρους 17-24%..

Βιταμίνες: Δεν έχει πραγματοποιηθεί έρευνα γενικότερα.

Νομοθεσία

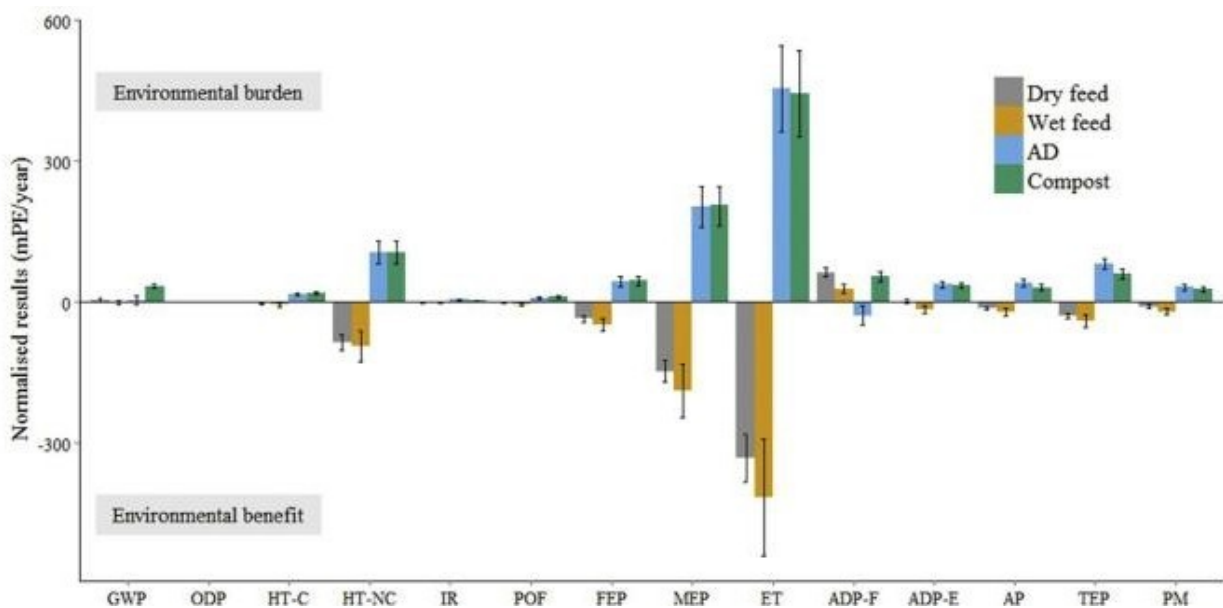
Από το 2005 και μετά, η Ευρωπαϊκή Ένωση απαγορεύει ρητά τη χρήση απορριμμάτων τροφίμων ως τροφή οικόσιτων ζώων. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η δράση αυτή είναι αναγκαίο ο όγκος που προορίζεται για ζωοτροφές να επεξεργαστεί καταλλήλως, διότι, ιδιαίτερα στα πτηνά και στους χοίρους, ελλοχεύουν πρωτίστως μικροβιολογικοί κίνδυνοι (*Salmonell*, *Campylobacter*, *Mycobacterium*, *Trichinella*, *Toxoplasma* και *Clostridium*).

Τα απόβλητα τροφίμων, όπως προαναφέρθηκε, πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία προκειμένου να ενσωματωθούν στη διατροφή των ζώων χωρίς επιπτώσεις, διότι παρουσιάζουν ορισμένες ανεπιθύμητες ιδιότητες, όπως η ανισορροπία των θρεπτικών συστατικών. Οι μεταβολές της θρεπτικής σύστασης των αποβλήτων τροφίμων μπορεί να μειωθούν με κατάλληλες μετρήσεις.

Δεδομένου ότι το ένα τρίτο των συνολικά παραγόμενων τροφίμων χάνεται ή σπαταλιέται παγκοσμίως και ότι η ζήτηση για ζωοτροφές προβλέπεται να αυξηθεί, η αξιοποίηση των αποβλήτων τροφίμων ως ζωοτροφές μπορεί να συμβάλει στην αντιμετώπιση της επισιτιστικής ανασφάλειας. Τα απόβλητα τροφίμων περιέχουν θρεπτικά-βιοδραστικά συστατικά που μπορούν να βοηθήσουν την ανάπτυξη των χοίρων. Παρ' όλα αυτά, οφείλουν να λάβουν τη σωστή επεξεργασία, προτού μετατραπούν σε ζωοτροφή (Georganas κ.ά. 2020).

Περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Έρευνες πάνω στην παρούσα υπόθεση έδειξαν ότι παρόλο που στην Ευρώπη καθίσταται παράνομη η χρήση τροφικών απορριμμάτων για τον επισιτισμό των οικόσιτων ζώων, είναι μια αρκετά βιώσιμη μέθοδος που μπορεί να αντικαταστήσει την ακριβή τροφή, ειδικά στους χοίρους (Salemdeeb κ.ά. 2017). Για παραγωγή ζωοτροφής με 4 τρόπους (ξηρή τροφή, υγρή τροφή, παραγωγή με κομποστοποίηση και παραγωγή με αναερόβια ζύμωση), οι επιπτώσεις στο περιβάλλον φάνηκαν αρκετά διαχειρίσιμες, με την ξηρή τροφή να λαμβάνει τα ηνία ως η πλέον αποτελεσματικότερη, τόσο σε οικονομικά, όσο και σε περιβαλλοντικά οφέλη (χαμηλότερες τιμές σε εκπομπές), όπως φαίνεται και στο γράφημα αποτελεσμάτων παρακάτω (γραφ.10).



Γράφημα 9: Εκπομπές σε 14 παράμετρους οικολογικής επιβάρυνσης για τις 4 διαφορετικές μεθόδους παραγωγής ζωοτροφής (ξηρή, υγρή, αναερόβια ζύμωση, κομποστοποίηση).

(Salemdeeb κ.ά. 2017, σ. 874).

Ειδικές Στρατηγικές Μείωσης Απορριμμάτων

Βιομηχανία Κρέατος και Κρεατοσκευασμάτων

Η παραγωγή κρέατος και κρεατοσκευασμάτων χαρακτηρίζεται από μια δυσμενή επίδραση στο περιβάλλον, η οποία χρειάζεται άμεση παρέμβαση σε παγκόσμιο επίπεδο σε όλη την αλυσίδα- από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση, και σε όλα τα ενδιάμεσα στάδια (επεξεργασία και μεταφορά). Η μείωση των απορριμμάτων στον τομέα αυτόν είναι σημαντική τόσο στον οικονομικό

Όσο και στον

περιβαλλοντικό παράγοντα. Όπως υποδεικνύεται, η παραγωγή προϊόντων από ζωικά παράγωγα συνεισφέρει στο 14,5% των συνολικών αερίων του θερμοκηπίου, λόγω ανθρώπινης παρέμβασης, ετησίως, που αναλογεί σε 7,1 γιγατόνους διοξειδίου του άνθρακα. Από αυτά, το 35,3% αντιστοιχεί στη συνεισφορά των βοοειδών, το 30,1% σε γαλακτοφόρα ζώα, το 9,5% σε χοιρινά και το 8,7% στα πουλερικά. Επιπρόσθετα, περίπου το μισό ποσοστό αυτών οφείλεται κυρίως στην παραγωγή, την επεξεργασία και την μεταφορά που απαιτείται για την εκπλήρωση του στόχου.

Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν πολλοί λόγοι που προκαλούνται απορρίμματα στη βιομηχανία κρεάτων. Οι απώλειες αυτές μπορούν να σημειωθούν σε όλα τα στάδια της αλυσίδας, από την παραγωγή μέχρι και την διανομή. Στα πρωταρχικά στάδια, οι απώλειες οφείλονται κυρίως στις συνθήκες διαβίωσης των ζώων, στις συνθήκες σφαγής, αλλά και στη συνολική υγεία τελικά του ζώου, που προκαλούνται και από ασθένειες, με αποτέλεσμα να υπάρχει και μεγάλη εξάπλωση στο ευρύτερο περιβάλλον. Σε γενικότερες γραμμές, αυτές οι απώλειες είναι μικρές (τάξης $\leq 3,5\%$). Στη συνέχεια, το στάδιο της επεξεργασίας είναι το πιο κρίσιμο, Υπολογίζεται ότι οι συνολικές απώλειες ανέρχονται περίπου στο 20% του συνολικού ποσοστού των απορριμμάτων που παράγεται κατά την διαδικασία της παραγωγής. Τέτοιες απώλειες μπορεί να προέρχονται από λανθασμένη μεταχείριση, από ελλιπείς συνθήκες μεταφοράς, αλλαγή στα προϊόντα, αλλά και ανθρώπινα λάθη.

Σημαντικότερη αυτών είναι η λανθασμένη αποθήκευση, καθώς τα κρέατα (πιο συγκεκριμένα τα σφάγια) οφείλουν να αποθηκεύονται σε χαμηλές θερμοκρασίες, λόγω του ότι αποτελούν ένα από τα πιο ευαλλοίωτα τρόφιμα. Διακυμάνσεις στη θερμοκρασία, όπως υψηλή θερμοκρασία ή ακόμη και απουσία ψυκτικού μέσου, μπορεί να οδηγήσουν στην μείωση της ποιότητα και της ασφάλειας των κρεάτων και κρεατοσκευασμάτων, καθιστώντας τα ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση και, συνεπώς, απορριπτέα. Ελλιπής συσκευασία των ανωτέρω έχει τα ίδια αποτελέσματα. Στα απορρίμματα συγκαταλέγονται επίσης παραπροϊόντα από την επεξεργασία των ζώων (Karwowska κ.ά. 2021). Συχνό είναι επίσης το φαινόμενο, λόγω των παραπάνω, ο αποχρωματισμός των προϊόντων κρέατος, που απορρέει ως συνέπεια της μη τήρησης των συνθηκών που αναφέρθηκαν. Το χρώμα στο κρέας είναι μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους τόσο για την ασφάλεια, όσο και για την ποιότητα του. Αποτελεί παράγοντα επιλογής για όλους τους καταναλωτές και είναι σημαντική ένδειξη όσον αφορά την φρεσκότητα και την κατάσταση της υγείας του τεμαχίου. Το χρώμα στο κρέας μεταβάλλεται, τόσο από χημικούς παράγοντες (οξειδωση μυοσφαιρίνης που προσδίδει το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα, λόγω εκτεταμένης επαφής με οξυγόνο) αλλά και μικροβιολογικούς (μεταβολισμός πρωτεϊνών και άλλων συστατικών από μικροοργανισμούς στην επιφάνεια του τροφίμου και παραγωγή ανεπιθύμητων μεταβολιτών, που αλλάζουν τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του). Στην ίδια "μοίρα" βρίσκονται και άλλα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, όπως η οσμή και η γεύση, καθώς επηρεάζονται εξίσου από τους ίδιους παράγοντες. Η οξειδωση της στιβάδας λίπους στο κρέας προκαλεί παραγωγή δύσοσμων

και δύσγευστων ενώσεων, που προσδίδουν την

χαρακτηριστική ταγγή γεύση. Ταυτόχρονα, επηρεάζεται και η υφή, καθώς λόγω μικροβιακής αλλοίωσης, οι πρωτεΐνες του κρέατος μεταβολίζονται και διασπώνται, προκαλώντας έτσι προβλήματα στη συνεκτικότητα του μυϊκού ιστού και, συνεπώς, και στην υφή. Το σύνολο των μεταβολών αυτών καθιστούν, πάλι, απορρίψιμα τα παράγωγα.

Γενικότερα, στα στάδια που αναφέρθηκαν, οι τρόποι επίλυσης του ζητήματος είναι απλοί. Στο στάδιο της εκτροφής, προτείνονται τακτικοί έλεγχοι στην υγεία των ζώων, λήψη προληπτικών μέτρων για την αποφυγή εξάπλωσης τροφιμογενών ασθενειών και, όπου χρειάζεται, άμεση αντιμετώπιση με χρήση αντιβιοτικών. Απαραίτητη κρίνεται και η τήρηση των σωστών συνθηκών υγιεινής από το προσωπικό που χειρίζεται το προκριματικό αυτό σημείο. Παρόμοια μεροληψία απαιτείται και για το στάδιο της σφαγής (Ramanathan κ.ά. 2021).

Για τη μεταφορά, οι κρίσιμες παράμετροι που οφείλουν να ελέγχονται είναι η ψυκτική αλυσίδα, η οποία πρέπει να διατηρείται σταθερή καθόλη την διάρκεια της μεταφοράς, από τα σφαγεία, μέχρι και την τελική αποθήκευση, αλλά και η συσκευασία, η οποία οφείλει να είναι αεροστεγής και αδιάτρητη, ώστε να αποφευχθεί κάθε είδους αλλοίωση. Στα στάδια αποθήκευσης και διανομής, οφείλουν να τηρούνται οι ίδιοι κανόνες.

Όσον αφορά τη διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, η μετρίαση των οποίων οδηγεί σε απόρριψη, κύριος υπαίτιος αποτελεί η συσκευασία. Η συσκευασία οφείλει να προστατεύει το προϊόν, να είναι συμβατή και να μπορεί να κατακρατεί και υγρά αλλά και στερεά, να είναι δηλαδή λειτουργική. Όλες αυτές οι λειτουργίες επεκτείνουν τον χρόνο ζωής στα ράφια, αποτρέποντας την οξείδωση πρωτεϊνών και λιπιδίων, αλλά και την ανάπτυξη και δράση των μικροοργανισμών που απαντώνται. Σε Ευρωπαϊκές χώρες, για την αποθήκευση κρέατος, γίνεται χρήση κυρίως συσκευασιών απουσίας αερίων (vacuum), ενώ τον τελευταίο καιρό, υπάρχουν τάσεις χρήσης άλλων αερίων στη συσκευασία (συσκευασίες MAP με filler gases), για να διατηρηθεί το κοκκινωπό χαρακτηριστικό χρώμα (Ramanathan κ.ά. 2021).

Όπως αναφέρθηκε πρωτίστως, ένα μεγάλο κομμάτι των απορριμμάτων της βιομηχανίας κρέατος που καταλήγει σε ΧΥΤΑ είναι και τα παραπροϊόντα από την επεξεργασία της πρώτης ύλης. Αυτά ανέρχονται σε ποσοστά που κυμαίνονται από 52-68% της ζωντανής ύλης, ανάλογα με το είδος του ζώου. Προκειμένου να αποφευχθεί η μεταφορά αυτών στους ΧΥΤΑ, προτείνεται η επαναξιοποίηση τους σε άλλα παράγωγα, τα οποία έχουν θρεπτική αξία για τους καταναλωτές, μειώνοντας έτσι τον όγκο που απορρίπτεται.

Αξιοποίηση του αίματος των σφαγίων

Το ζωικό αίμα έχει υψηλό επίπεδο πρωτεϊνών και αιμικού σιδήρου, και αποτελεί σημαντικό βρώσιμο υποπροϊόν. Στην Ευρώπη, το ζωικό αίμα χρησιμοποιείται εδώ και πολύ καιρό για την παρασκευή λουκάνικων, "πουτίγκας", μπισκότων και ψωμιού. Εκτός των βρώσιμων προϊόντων, το

αίμα μπορεί

επίσης να χρησιμοποιηθεί για μη- διατροφικά είδη, όπως λιπάσματα, ζωοτροφές και συνδετικά υλικά. Σύμφωνα με την επιθεώρηση *ACT των ΗΠΑ*, το αίμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τρόφιμα ζωικής προελεύσεως, όταν έχει περάσει συγκεκριμένους ελέγχους για την καταλληλότητα στη χρήση του. Σε ένα υγιές ζώο, το αίμα είναι αποστειρωμένο, έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, και ένα συγκριτικά καλό ποσοστό σε ωφέλιμα αμινοξέα. Το αίμα που ανακτάται από κάθε σφάγιο κυμαίνεται από 3 έως 4%, ανάλογα με το είδος του ζώου. Η χρήση του είναι αρκετά πολύπλοκη τεχνολογικά, καθώς το τελικό προϊόν μπορεί να είναι σκουρόχρωμο και ανεπιθύμητο γευστικά. Από τα συστατικά του αίματος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το πλάσμα, λόγω των λειτουργικών ιδιοτήτων του.

Χρήση πλάσματος στα τρόφιμα

Το πλάσμα χρησιμοποιείται στα τρόφιμα σαν ομογενοποιητής, σταθεροποιητής γαλακτωματοποιητής και σαν πρόσθετο για βελτίωση χρώματος. Χρησιμοποιείται σαν υποκατάστατο γάλακτος, συμπλήρωμα πρωτεΐνης και σαν σταθεροποιητής βιταμινών. Έχει μια ιδιαίτερη ιδιότητα να σχηματίζει γέλη, αφού είναι περιεκτικότητας 60% σε αλβουμίνη, γαλακτωματοποιεί νερό και λίπος και έχει επίσης ιδιαίτερη αφριστική ικανότητα.

Αξιοποίηση αίματος και οργάνων για φαρμακευτική χρήση

Το αίμα μπορεί να κλασματοποιηθεί ανάλογα με τις θεραπευτικές ιδιότητες. Αποτελείται από αλβουμίνη, σφαιρίνη και ινωδογόνο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως θρεπτικό υλικό για μέσα καλλιέργειας και ως πεπτόνες για μικροβιακή χρήση.

Οι ζωικοί αδένες και τα όργανα χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στην ιατρική σε πολλές χώρες της Ασίας. Οι ενδοκρινείς αδένες παράγουν ορμόνες που ρυθμίζουν τον μεταβολισμό του σώματος. Χαρακτηριστικά, περιλαμβάνουν το ήπαρ, την υπόφυση, τους πνεύμονες, τον θυρεοειδή αδένα, τις ωοθήκες και τους νεφρούς.

Αξιοποίηση των συνολικών παραπροϊόντων για βιοκαύσιμα

Από τα λίπη και έλαια του κρέατος μπορεί να παραληφθεί καύσιμο *βιοντίζελ* που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως υποκατάστατο ή ως πρόσθετο σε πετρέλαιο και μπορεί να παραχθεί από ζωικά παράγοντα, όπως αναφέρεται παραπάνω στις γενικές στρατηγικές μείωσης των απορριμμάτων. Για κάθε κυβικό μέτρο νερού από την κομποστοποίηση παραπροϊόντων κρέατος, υπολογίζεται ότι μπορούν να παραχθούν 0.83-0.87 κιλά βιοκαυσίμου (Jayathilakan κ.ά. 2012).

Βιομηχανία Γάλακτος

Τα απορρίμματα στη βιομηχανία γάλακτος βρίσκονται κυρίως σε ρευστή φάση. Τα απορρίμματα αυτά περιέχουν μεγάλη ποσότητα οργανικών ενώσεων, λίπη και έλαια, λιπαρά οξέα, αζωτούχα παράγωγα, σάκχαρα (πχ. Λακτόζη), ιχνοστοιχεία και πρωτεΐνη ορού γάλακτος. Η σύσταση των απορριμμάτων διαφέρει, ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος και τη διαδικασία της παραγωγής. Ο ορός γάλακτος είναι το κύριο απορριπτέο παράγωγο και προέρχεται από την παρασκευή τυριών και καζεϊνών.

Η αιτία δημιουργίας απορριμμάτων στη βιομηχανία γάλακτος είναι τα παραπροϊόντα που δημιουργούνται μετά από κάθε παραγωγική διαδικασία, από την σύνθεση του προϊόντος μέχρι και την συσκευασία. Σε αυτά περιλαμβάνονται τόσο γάλατα τα οποία έχουν χαθεί σε τεχνολογικούς κύκλους (αποβουτυρωμένο, χαμηλά λιπαρά, γάλα που έχει χυθεί, κομμάτια τυροπήγματος), νερά κατά τη διαδικασία απολύμανσης και καθαρισμού των συσκευασιών, ακόμη και μικροοργανισμοί που έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ζυμώμενων προϊόντων και πρόσθετα τροφίμων. Για τον ορό γάλακτος έχει βρεθεί εφαρμογή στην παραγωγή προϊόντων για ανθρώπινη κατανάλωση, όμως πάλι, μεγάλη ποσότητα απορρίπτεται (Ahmad κ.ά. 2019).

Περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Τα λύματα από τη γαλακτοβιομηχανία είναι συμπυκνωμένα στη φύση και οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες και τα λίπη από το γάλα συμβάλλουν κυρίως στο οργανικό φορτίο αυτών των λυμάτων. Λόγω της παρουσίας υψηλής συγκέντρωσης οργανικής ύλης στο ρεύμα γαλακτοκομικών αποβλήτων, θα μπορούσαν να προκύψουν σοβαρά προβλήματα, ιδίως στο τοπικό σύστημα αποχέτευσης όσον αφορά το οργανικό φορτίο. Η ρύπανση λόγω της γαλακτοβιομηχανίας επηρεάζει την ποιότητα του αέρα, του εδάφους και των υδάτων. Ταυτόχρονα, μπορεί να αποβεί τοξική, τόσο για την υδάτινη φύση, όσο και για τον ίδιο τον άνθρωπο, καθώς καταναλώνεται το διαθέσιμο οξυγόνο από τους μικροοργανισμούς και την φύκη που δημιουργείται, προκαλώντας έτσι τον θάνατο της υδρόβιας ζωής.

Διαχείριση απορριμμάτων

-Υγροβιότοποι

Οι υγροβιότοποι θεωρούνται ένα είδος βιώσιμης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, καθώς έχουν την ίδια λειτουργία με τις συμβατικές επεξεργασίες (αποτελεσματική επεξεργασία λυμάτων), αλλά σε μια πιο οικονομική, φιλική προς το περιβάλλον και ενεργειακά αποδοτική μορφή. Έχουν χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και σε όλο τον κόσμο για αρκετές δεκαετίες. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιεί τα φυτά

των

υγροβιότοπων και μικροοργανισμούς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αναπτυσσόμενες χώρες, λόγω χαμηλού οικονομικού και ενεργειακού κόστους, ευκολία κατασκευής, ευκολία διαχείρισης και παρακολούθησης, αυξημένης διάρκειας ζωής και υποβοηθούν την ποιότητα του αέρα.

-Φυσικοχημική επεξεργασία

Η φυσικοχημική επεξεργασία περιλαμβάνει τη διαδικασία μείωσης και αφαίρεσης των πρωτεϊνών και λιπών του γάλακτος με την διαδικασία της πήξης, η οποία μειώνει τον αριθμό των κολλοειδών στα απόβλητα νερά, είτε με άνοδο αυτών στην επιφάνεια, είτε με καθίζηση. Η φυσική πήξη μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση γαλακτικών βακτηρίων, τα οποία μεταβολίζουν τη λακτόζη (η οποία είναι ο κύριος παράγοντας επιβάρυνσης στην πρωτεΐνη ορού γάλακτος), παράγοντας γαλακτικό οξύ, το οποίο έχει την ικανότητα να διασπά της πρωτεΐνες του γάλακτος προκαλώντας καθίζηση αυτών. Όσον αφορά τα λίπη, κατά την προεργασία των λυμάτων, χρησιμοποιείται θειικός σίδηρος και υπεροξειδίο του υδρογόνου για την αφαίρεση μέχρι 80% του συνολικού λίπους. Σε αυτήν την περίπτωση, για την πήξη του λίπους, γίνεται έρευνα για την χρήση φυσικού πηκτικού παράγοντα, της τανίνης.

Βιοχημική επεξεργασία

Η βιοχημική επεξεργασία μπορεί να περιλαμβάνει διάφορες τεχνικές, όπως είναι η παραγωγή βιομάζας (χρήση μικροοργανισμού *Acutodesmus dimorphus* για την κατανάλωση θρεπτικών συστατικών από τα απορρίμματα νερού, μειώνοντας τους επιμολυντικούς παράγοντες σε τεράστια ποσοστά, ενώ μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοκαυσίμων κλπ.), παραγωγή βιοπλαστικών (βιοαποικοδομήσιμα υλικά, PHA και PHB από ορό γάλακτος με την χρήση μικροοργανισμών), βιοκαύσιμα, βιολογικά λιπάσματα, αλλά και ενώσεις όπως πολυσακχαρίτες και βιοενεργά πεπτίδια, με παρόμοιες σχεδόν διαδικασίες (παρέμβασης μικροοργανισμών).

Βιομηχανία Φρούτων και Λαχανικών

Στη βιομηχανία φρούτων και λαχανικών, η απώλεια σε απορρίμματα αποτελεί ένα μείζον παγκόσμιο πρόβλημα, που έχουν μεγάλο περιβαλλοντικό και οικονομικό αντίκτυπο. Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι ιδιαίτερα επιρρεπή στο φαινόμενο της απόρριψης λόγω της ευπαθούς φύσης τους, με απώλειες σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού. Από την παραγωγή και τη μεταποίηση έως τη διανομή και κατανάλωση, τα αίτια που προκαλούν την απόρριψή τους είναι ποικίλα και πολύπλοκα.

Μια από τις κύριες αιτίες στον κλάδο των οπωροκηπευτικών προέρχεται από τις απώλειες

κατά τη συγκομιδή, Αυτές συμβαίνουν όταν τα προϊόντα τυγχάνουν κακού χειρισμού κατά τη συγκομιδή ή αποθηκεύονται ακαταλλήλως στη συνέχεια. Λόγω του κακού χειρισμού, οδηγούνται σε

μωλωπισμό και αλλοίωση στην εξωτερική τους εμφάνιση. Σε αρκετές περιπτώσεις, η συγκομιδή γίνεται είτε πρόωρα είτε καθυστερημένα, γεγονός που υποβαθμίζει ακόμα περισσότερο την ποιότητα τους. Οι ανεπαρκείς συνθήκες αποθήκευσης, ταυτόχρονα, επιταχύνουν τη διαδικασία της αλλοίωσης, πράγμα που αποτελεί μεγάλο προβληματισμό, διότι για να παραμείνουν φρέσκα χρειάζονται συγκεκριμένες θερμοκρασίες και υγρασία.

Η επεξεργασία και η συσκευασία προωθούν περισσότερο το φαινόμενο. Ένα μεγάλο ποσοστό αυτών απορρίπτεται, λόγω της ανικανότητας τους να πληρούν τις κοσμητικές απαιτήσεις των καταναλωτών και των εμπόρων, λόγω δυσχρωμίας, αδιάφορης εμφάνισης. Επιπρόσθετα, κατά το στάδιο της επεξεργασίας, πολλά μέρη των καρπών, όπως φλούδες, κοτσάνια και κουκούτσια αφαιρούνται και, επειδή λόγω της σύστασης τους, καθίστανται αναξιοποίησιμα, αλλά και μη βρώσιμα, παράγουν μεγαλύτερο ποσοστό απορριμμάτων. Η συσκευασία παίζει επίσης καίριο ρόλο, καθώς συσκευασίες χαμηλότερης ποιότητας, δεν προστατεύουν το τρόφιμο, με αποτέλεσμα να τραυματίζονται περαιτέρω στη διαδικασία της μεταφοράς.

Η μεταφορά και η διανομή παρουσιάζουν πρόσθετες προκλήσεις στη διαχείριση των απορριμμάτων τροφίμων. Οι μεγάλες αλυσίδες εφοδιασμού συχνά σημαίνουν ότι τα προϊόντα πρέπει να διανύουν μεγάλες αποστάσεις από τη φάρμα στην αγορά, αυξάνοντας τον κίνδυνο αλλοίωσης στην πορεία. Εάν οι συνθήκες μεταφοράς, όπως ο έλεγχος της θερμοκρασίας, είναι ανεπαρκείς, τα φρούτα και τα λαχανικά μπορεί να αλλοιωθούν πριν καν φτάσουν στους λιανοπωλητές (Magalhães, Ferreira, και Silva 2021).

Ακόμη, η υπερπαραγωγή και η λανθασμένη εκτίμηση της απαίτησης του καταναλωτικού κοινού προκαλούν μεγάλο πλεόνασμα για τη δημιουργία απορριμμάτων, αφού μεγάλο ποσοστό της παραγωγής δεν καταναλώνεται.

Τέλος, μεγάλη συνεισφορά στο φαινόμενο έχουν και οι απρόβλεπτες κλιματικές αλλαγές και θεομηνίες, καθώς μπορεί να προκαλέσουν καταστροφές στα πρωταρχικά στάδια της παραγωγής, οδηγώντας σε τεράστιες απώλειες στις καλλιέργειες.

Ένζυμα

Για τη συγκεκριμένη βιομηχανία, μεγάλη σημασία δεν έχει τόσο η μείωση των απορριμμάτων, μιας και αυτές αναφέρονται στις γενικευμένες μεθόδους, αλλά η αξιοποίηση τους, για οικονομικούς-περιβαλλοντικούς λόγους. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η ανάκτηση ενζύμων από της βιομάζα επεξεργασμένων φρούτων και λαχανικών. Τα ένζυμα είναι πρωτεΐνες οι οποίες δρουν ως επιλεκτικοί καταλύτες σε ήπιες συνθήκες. Τα βιομόρια αυτά έχουν σημαντικές εφαρμογές σε οικονομικούς τομείς, όπως τα τρόφιμα, η κοσμητική, η φαρμακευτική και τα καύσιμα. Τα κοινά ένζυμα είναι συνήθως ακριβά, λόγω της αυξημένης τιμής για την παραγωγή τους. Είναι εφικτό να ανακτηθούν ένζυμα από αυτά τα υποστρώματα. Μερικά παραδείγματα από αυτά είναι τα

κυτταρινολυτικά

ένζυμα, ημικυτταρινάσες, λακκάσες και ξυλανάσες (από λιγνοκυτταρινική βιομάζα)- αμυλάσες (από κόκκους μάνγκο, μπανάνα, μυρτιά, μανιόκα), πηκτινολυτικά ένζυμα (κόκκοι ανανά, φλούδες πορτοκαλιού και λεμονιού, σταφύλια)- τανάσες (φλούδες γκρέιπφρουτ, κεράσια), πρωτεάσες (ρόδι, μάνγκο, πατάτα)- λιπάσες (φλούδες λεμονιού, φλούδες καρύδας, υπολείμματα σόγιας)- ιμβερτάση (φλούδες μπανάνας και πορτοκαλιού, υπεροξειδάσες (σπαράγγια, μπρόκολο).

Οι κύριες βιολογικές διεργασίες για την παραγωγή ενζύμων μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: Ζύμωση υπό βύθιση (SmF) και ζύμωση στερεάς κατάστασης (SSF). Η SmF βασίζεται στην καλλιέργεια μικροοργανισμών σε μέσο με περίσσεια νερού ελεύθερης ροής. Ο τρόπος λειτουργίας είναι συνήθως τύπου παρτίδας ή ημι-συνεχής. Τα διαλυτά υποστρώματα διαλύονται στην υγρή φάση, ενώ τα αδιάλυτα είναι βυθισμένα ή αιωρούμενα. Αυτή η διαμόρφωση επιτρέπει τον καλό έλεγχο των συνθηκών αντίδρασης, αν και η παραγωγικότητα είναι χαμηλή, υπάρχει ο κίνδυνος ισχυρής επίδρασης πιθανών ανασταλτικών ενώσεων και οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι σχετικά υψηλές. Αντίθετα, η SSF συνίσταται στην καλλιέργεια μικροοργανισμών σε στερεά και υγρά υποστρώματα απουσία ελεύθερης υγρής φάσης. (Esparza κ.ά. 2020)

Τα ένζυμα αυτά μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας τροφίμων, με κύριο σκοπό την χρήση τους σε διάφορες βιοχημικές διαδικασίες, για την αξιοποίηση άλλων παραπροϊόντων στη βιομηχανία τροφίμων, και κατά συνέπεια την έμμεση μείωση τους.

Εξωπολυσακχαρίτες

Η ζήτηση για νέα βιοπολυμερή σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές έχει οδηγήσει σε αναζωπύρωση της παραγωγής μικροβιακών εξωπολυσακχαριτών. Αυτά τα βιοπολυμερή συντίθενται από μικροοργανισμούς και μπορούν να διαχωριστούν σε ομοπολυσακχαρίτες και ετεροπολυσακχαρίτες με βάση τη δομή και τη σύνθεσή τους. Η ξανθάνη, το πρώτο βιοπολυμερές που εγκρίθηκε από τον ΦΑΟ ως πρόσθετο τροφίμων, χρησιμοποιείται ευρέως λόγω των μοναδικών ρεολογικών ιδιοτήτων της. Η πουλουλάνη, ένας άλλος βιοαποικοδομήσιμος εξωπολυσακχαρίτης, έχει ποικίλες εφαρμογές στη βιομηχανία τροφίμων και στη φαρμακευτική βιομηχανία. Το Curdlan, ένας αδιάλυτος στο νερό εξωπολυσακχαρίτης, είναι γνωστό για την ικανότητά του να σχηματίζει πηκτές σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

Οι εξωπολυσακχαρίτες παράγονται συνήθως μέσω βυθισμένων καλλιεργειών σε ζυμωτήρες μεγάλης κλίμακας με προσεκτικά ελεγχόμενες συνθήκες. Ενώ η γλυκόζη και η σακχαρόζη είναι συνήθως χρησιμοποιούμενα υποστρώματα, η έρευνα έχει επικεντρωθεί στην εξεύρεση εναλλακτικών και οικονομικά αποδοτικών πηγών άνθρακα. Η ξανθάνη μπορεί να παραχθεί από διάφορα γεωργικά υποπροϊόντα, όπως χυμός χουρμαδιάς, κέλυφος καρύδας, φλοιός κακάο, ορός μανιόκας, μελάσα ζαχαρότευτλων, ζωμός ζαχαροκάλαμου και στέλεχος σκουπόχορτου. Η

πουλουλάνη μπορεί να

παραχθεί από μελάσα τεύτλων, άμυλο πατάτας, υποπροϊόντα καρύδας και μαγάσα μανιόκας. Αυτά τα υλικά προσφέρουν βιώσιμες επιλογές για την παραγωγή εξωπολυσακχαριτών.

Βιομηχανία Σιτηρών

Η βιομηχανία σιτηρών χωρίζει τα απορρίμματα της σε τέσσερις κατηγορίες:

Απορρίμματα κατά την καλλιέργεια: Αρχικά, το αξιοποιήσιμο ποσοστό των σιτηρών ανερχόταν στο 20%, λόγω απουσίας κατάλληλων τεχνολογικών μέσων για τη συγκομιδή. Επιπρόσθετα, η απουσία τεχνογνωσίας στον τρόπο φύτευσης των σπόρων οδηγούσε σε καλλιέργειες με πολύ χαμηλό ποσοστό ανάκτησης.

Στάδιο πριν την συγκομιδή: Σε αυτό το στάδιο, κύριοι παράμετροι που καθορίζουν τις απώλειες είναι ο χρόνος και οι καιρικές συνθήκες. Σε περίπτωση που τα σιτηρά υπαχθούν σε συγκομιδή, πριν την κατάλληλη χρονική στιγμή, τότε συλλέγονται κόκκοι οι οποίοι, ποιοτικά, δεν είναι επιθυμητοί, με αποτέλεσμα να καταλήγουν στην στοίβα των απορριμμάτων. Σε περίπτωση έντονων καιρικών συνθηκών, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα καταστροφής των κόκκων. Σε αυτό το στάδιο υπολογίζεται ότι η απώλεια είναι περίπου 54.9 κιλά ανά συγκομιδή. Η τρίτη και τελευταία αξιοσημείωτη παράμετρος προ συγκομιδής είναι η υγρασία του κόκκου. Ένας κόκκος θεωρείται ώριμος όταν έχει περιεκτικότητα σε υγρασία από 35-45%, όμως χρειάζεται να ξηρανθεί φυσικά σε πιο ασφαλή επίπεδα για τη συγκομιδή, αλλιώς ελλοχεύουν τεράστιοι κίνδυνοι μικροβιολογικής φύσεως, αλλά και το ρίσκο συγκομιδής κόκκων χαμηλότερης ποιότητας και με ανεπιθύμητα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Απώλειες κατά τη συγκομιδή: Κίνδυνοι στη συγκομιδή είναι κυρίως μηχανικοί (φυσική βλάβη στον κόκκο από τα αλωνιζοθεριστικά μηχανήματα), η καθαριότητα και στειρότητα αυτών, καθώς και η κρίσιμη τιμή της υγρασίας, η οποία, όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να φέρει μικροβιολογικούς κινδύνους

Απώλειες μετά τη συγκομιδή: Απώλειες στον σίτο της τάξης του 4% δεν είναι ασυνήθιστες, ενώ σε άλλα είδη σιτηρών, η απώλεια μπορεί να φτάσει σε ποσοστό μεγαλύτερο το 40%. Η μετρίαση της ποιότητας των σιτηρών εξαρτάται από φυσικούς παράγοντες (θερμοκρασία, υγρασία), βιολογικούς (μικροχλωρίδα αρθρώποδα, σπονδυλωτά), τεχνικούς (συνθήκες και μέθοδοι αποθήκευσης, διάρκεια). Μετά τη συγκομιδή, οι κόκκοι πρέπει να ξηραίνονται πριν αποθηκευτούν και να καθαρίζονται από μη βρώσιμες ύλες. Παρ' όλα αυτά, οι μικροβιολογικοί κίνδυνοι είναι ακόμη

παρόντες. Πιο

συγκεκριμένα, ζύμες (*Fusarium spp.*, *Tilletia spp.*, *Septoria spp.*), βακτήρια (*Corynebacterium*, *Pseudomonas* και *Xanthomonas*), αλλά και νηματοειδείς μύκητες είναι οι πιο κοινοί προσβολείς των σιτηρών.

Εκτός των θεωρητικών μέτρων πρόληψης των απορριμμάτων τροφίμων (ενημέρωση για σωστή διαχείριση, θεσμοθέτηση κανόνων που αφορούν τις σωστές πρακτικές συγκομιδής), υπάρχουν και πιο πρακτικά μέτρα για την εξασφάλιση του στόχου. Η διατήρηση των κατάλληλων υποδομών είναι ο σημαντικότερος άγραφος νόμος για την βέλτιστη κατάσταση των κόκκων μετά τη συγκομιδή και, κατά συνέπεια, την πρόληψη απόρριψης λόγω ποιοτικών αποκλίσεων. Για την ορθή αποθήκευση των σιτηρών και την ελαχιστοποίηση της απώλειας σιτηρών, με μια πιο παθητική στάση, προτείνονται:

- ✓ Εξονυχιστικός καθαρισμός των κάδων, των εξαερισμών και των διάτρητων πατωμάτων.
- ✓ Ήδη βεβλαμένοι κόκκοι πρέπει να απομακρύνονται, για τυχούσες επιμολύνσεις.
- ✓ Οι κάδοι συλλογής, μετά τον καθαρισμό, οφείλουν να ψεκάζονται με εντομοκτόνο, πριν καν ξεκινήσει η συγκομιδή.
- ✓ Συνεχείς δειγματοληψίες για έλεγχο ποιότητας κόκκων.
- ✓ Αποφυγή αναμίξεως νέων, φρέσκων κόκκων, με τους παλιούς.
- ✓ Συχνή επιτήρηση συνθηκών αποθήκευσης (θερμοκρασία-υγρασία).
- ✓ Διατήρηση αρχείων σχετικά με την ποιότητα των κόκκων, ώστε μελλοντικά να είναι ευκολότερη, αν υπάρξει ανάγκη, για άμεση επίλυση ποιοτικών ζητημάτων.
- ✓ Μάρκετινγκ ως προς τα χαρακτηριστικά των σιτηρών. Ένα σωστό πλάνο μάρκετινγκ μπορεί να προωθήσει την εποχικότητα και τα οφέλη των σιτηρών, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η κατανάλωση, χωρίς μείωση της παραγωγής (Ali Asadi κ.ά. 2010).

Κεφάλαιο 3

Προτάσεις για μελλοντική μελέτη

Η ήδη υπάρχουσες στρατηγικές για τη μείωση των απορριμμάτων βρίσκουν άμεση εφαρμογή σε κάθε τομέα της βιομηχανικής παραγωγής. Πάραυτα η ανάπτυξη καινοτόμων τεχνικών για την εκπλήρωση του συγκεκριμένου στόχου οφείλει να συνεχιστεί, ώστε να εμπλουτιστεί η τεχνογνωσία στα υπάρχοντα δεδομένα. Οι ιδέες που μπορούν να προταθούν στηρίζονται κυρίως στην πρόληψη της δημιουργίας απορριμμάτων και όχι τόσο στην διαχείριση τους, ώστε να ελαχιστοποιηθεί στον μέγιστο βαθμό δυνατό η "αγγαρεία" της αντιμετώπισης μεγάλου όγκου αποβλήτων.

Συστήματα ιχνηλασιμότητας

Τα συστήματα ιχνηλασιμότητας θα μπορούν να βοηθήσουν άμεσα στην ικανότητα γρήγορου εντοπισμού της πρώτης ύλης, αλλά και των προϊόντων που παράγονται καθ' όλη τη διάρκεια της αλυσίδας, από τη συγκομιδή μέχρι την κατανάλωση, με σκοπό να αναδείξουν τα σημεία στα οποία μπορεί να υπάρξει απώλεια σε σημαντικό βαθμό. Σε αρκετές χώρες, ήδη χρησιμοποιούνται τέτοια συστήματα, όπως οι κωδικοί RFID.

Συστήματα λήψης αποφάσεων

"Ενδοκρινή" συστήματα, που με την υποβοήθεια συστημάτων ιχνηλασιμότητας και συστήματα συλλογής δεδομένων- βάσεις δεδομένων, όπως θα αναφερθούν παρακάτω, μπορούν πιο αποτελεσματικά να δράσουν για τον ίδιο σκοπό.

Συλλογή δεδομένων

Η βάση δεδομένων είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για την εφαρμογή των παραπάνω συστημάτων. Χωρίς την προσιτή αυτή μέθοδο συλλογής δεδομένων, είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί αναλυτική έρευνα, εφόσον δεν υπάρχουν τα στοιχεία να τη στηρίζουν. Παρά την ευρεία υιοθέτηση των προσεγγίσεων συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιούνται στον εφοδιασμό τροφίμων, εξακολουθούν να υπάρχουν πολλές προκλήσεις, με αποτέλεσμα οι αποφάσεις που λαμβάνονται από αυτές να περιορίζονται. Επιπλέον, τα δεδομένα που συλλέγονται ιδίως από τον τομέα εφοδιαστικής αγροδιατροφής, είναι συνήθως ανακριβή και ελλιπή, άρα και τα συμπεράσματα που εξάγονται από αυτά, δεν μπορούν να θεωρούνται βάσιμα. Τέλος, ακόμη και η χωρητικότητα των συστημάτων αυτών είναι περιορισμένη και δεν μπορούν να διαχειριστούν μεγάλο φόρτο δεδομένων και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία "συγκρούσεων" και εμπλοκών σε αυτά.

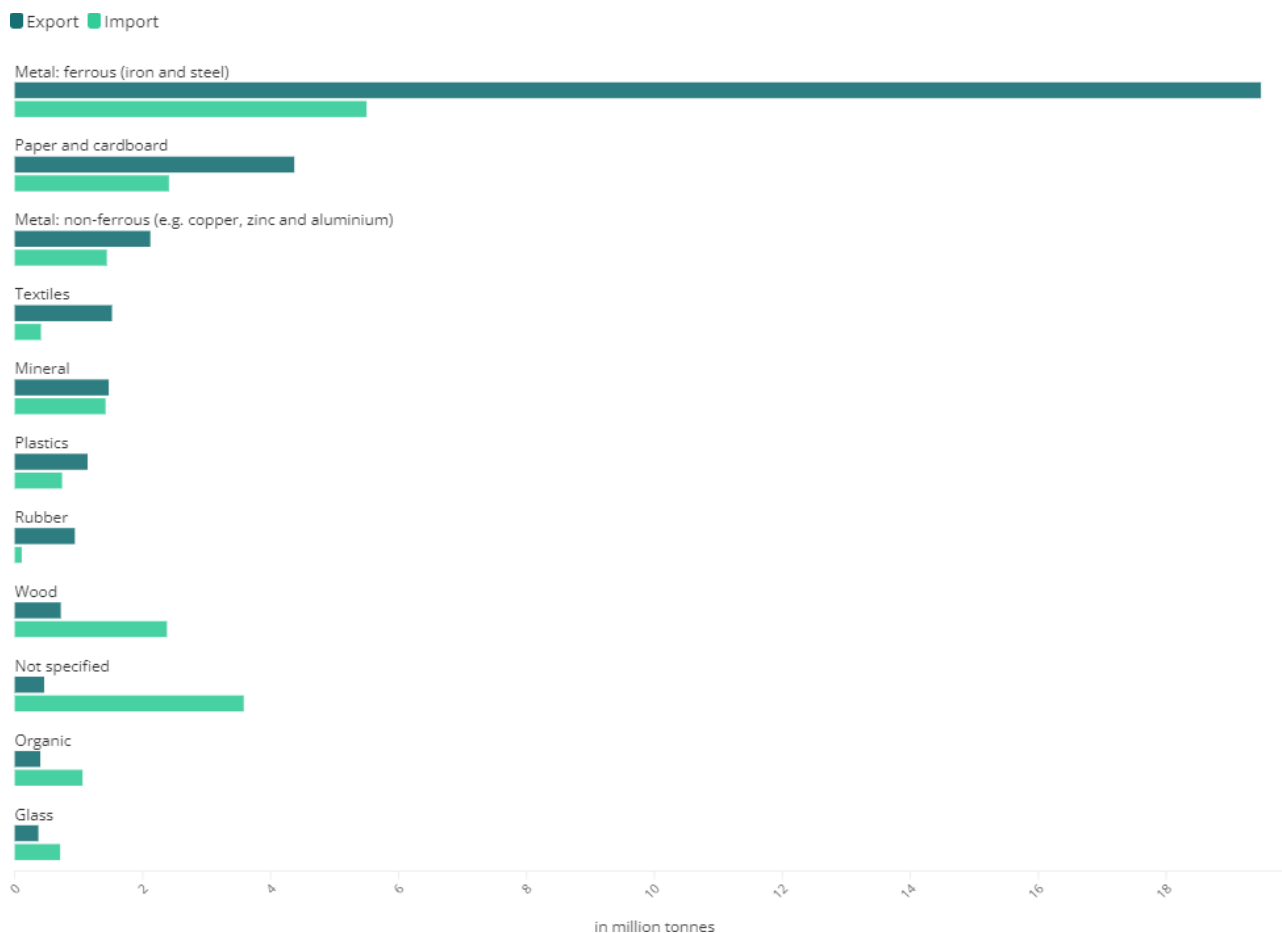
Η μελλοντική συλλογή δεδομένων για την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων θα επικεντρωθεί στις ακόλουθες διαστάσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται από έξυπνες/ευφυείς συσκευές:

- *Έξυπνος συλλέκτης δεδομένων με δυνατότητα IoT*: αυτός ο τύπος μεθόδου συλλογής δεδομένων βασίζεται στις IoT τεχνολογίες, όπως έξυπνες αυτόματες ταυτότητες και έξυπνοι αισθητήρες, οι οποίοι έχουν σχεδιαστεί με πολυλειτουργική ικανότητα. Είναι σε θέση να συλλέγουν δεδομένα σε διάφορες καταστάσεις, όπως κρίσιμες συνθήκες θερμοκρασίας για ευπαθή και ευαλλοίωτα προϊόντα ή κρασιά. Έτσι, είναι σχεδιασμένοι με φορητό ή ευέλικτο τρόπο ώστε να αναπτύσσονται και να λειτουργούν εύκολα. Σε κάθε συλλέκτη ενσωματώνεται μια ορισμένη ικανότητα εκμάθησης, η οποία μπορεί να διαχειρίζεται κεντρικά και να ελέγχεται από έναν υπολογιστή με δυνατότητα εκμάθησης, σαν ως 'ανθρώπινος εγκέφαλος' για τον συντονισμό τεράστιου αριθμού συλλεκτών.

- *Προσαρμοστικό έξυπνο ρομπότ*: αυτοί οι συλλέκτες δεδομένων είναι ειδικά σχεδιασμένοι με τη σύμπραξη ρομποτικής και έξυπνων αισθητήρων, ώστε να είναι σε θέση να εκτελούν ορισμένες λειτουργίες και να συλλέγουν δεδομένα παράλληλα. Είναι χρήσιμοι σε ορισμένες κρίσιμες συνθήκες, όπως η αρκετά χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης για παγωτά ή κατεψυγμένα θαλασσινά. Ένα τέτοιο προσαρμοστικό έξυπνο ρομπότ βασίζεται σε προηγμένες τεχνολογίες που το καθιστούν ικανό να αποδίδει σαν άνθρωπος. Μπορεί να εναρμονίζεται στο περιβάλλον και να το αντιλαμβάνεται, αλλά και να λαμβάνει προσαρμοστικές αποφάσεις με βάση τα δεδομένα που προκύπτουν σε πραγματικό χρόνο από τις περιβαλλοντικές μεταβολές (Zhong, Xu, και Wang 2017).

Διεθνής Ανταλλαγή Απορριμμάτων

Η διεθνής ανταλλαγή απορριμμάτων είναι μια τακτική που αναδύθηκε περίπου το 2006 στην Ευρώπη και επιτρέπει την ανταλλαγή απορριμμάτων/αποβλήτων μεταξύ χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά και σε χώρες εκτός ΕΕ. Τα απορρίμματα που παράγονται σε μια χώρα δεν ανακυκλώνονται πάντα σε αυτήν, αλλά διοχετεύονται και σε άλλες χώρες, με σκοπό είτε την απόρριψη είτε την επεξεργασία, για ανακύκλωση ή και την ανάκτηση άλλων υλών. Υπολογίζεται ότι ανταλλάχθηκαν περίπου 182 εκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων παγκοσμίως το 2018 (Council of The European Union) (γραφ.11).



Γράφημα 10: Ποσότητες απορριμμάτων σε εισαγωγές και εξαγωγές (eurostat 2021).

[Ανάκτηση: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/waste-trade/> (Πρόσβαση στις 20 Αυγούστου 2024)].

Η τεχνική αυτή, όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, έχει εφαρμοστεί κυρίως σε υλικά συσκευασίας, που εκ των πραγμάτων, αποτελούν τα πιο βιώσιμα, από άποψης ανακυκλωσιμότητας και γενικότερης αξιοποίησης, αλλά τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται και σε τοξικά απορρίμματα/απόβλητα (χημικά παράγωγα- συμπεριλαμβανομένων τοξικών αποβλήτων), επομένως μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι μπορεί να εφαρμοστεί και στη βιομηχανία τροφίμων με μεγάλη επιτυχία, με το πιο εύστοχο παράδειγμα αυτό των απορριμμάτων της βιομηχανία γάλακτος. Μεγάλη παραγωγή του κύριου παραπροϊόντος, του ορού γάλακτος, το οποίο μάλιστα, όπως έχει αναφερθεί, περιέχει διαλυτά στερεά τα οποία σε βάθος χρόνου, μπορεί να αποβούν τοξικά για το οικοσύστημα και τους ζώντες οργανισμούς σε αυτό.

Οι λόγοι για τους οποίους μπορεί να ευδοκιμήσει ένα τέτοιο σύστημα είναι κυρίως οικονομικοί. Συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες, ορισμένα κέντρα του πλανήτη κατέχουν μεγαλύτερη και πιο άρτια τεχνογνωσία στην αξιοποίηση αυτών των προϊόντων, όποτε είναι ευκολότερο να αξιοποιηθούν και, τελικά, να έχουν ένα οικονομικά βιώσιμο αποτέλεσμα. Επίσης, κάποιες χώρες διαθέτουν το γεωγραφικό πλεονέκτημα να μπορούν να λαμβάνουν μεγαλύτερες

ποσότητες

απορριμμάτων-άρα και μεγαλύτερη χωρητικότητα για να απορρίψουν αυξημένους προσλαμβανόμενους όγκους αποβλήτων.

Όσο ιδανικό και να παρουσιάζεται αυτό το σύστημα, στην πραγματικότητα, υποβόσκουν σε αυτό αρκετοί κίνδυνοι. Πιθανές συνέπειες της ακατάλληλης διάθεσης τοξικών αποβλήτων περιλαμβάνουν σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία, υποβάθμιση του οικοσυστήματος, οικονομικές επιβαρύνσεις και απρόβλεπτες πολιτικές επιπτώσεις. Οι συνέπειες αυτές μπορεί να καθυστερήσουν με την πάροδο του χρόνου και να επιβαρύνουν ανθρώπους άλλους από τους αρχικούς "αναδόχους" των αποβλήτων. Οι φορείς του διεθνούς συστήματος εμπορίας αποβλήτων είναι παραγωγοί, μεσίτες, μεταφορείς και διαθέτες. Οι παραγωγοί πληρώνουν ολοένα και περισσότερο στους μεσίτες μια διαπραγματευόμενη τιμή για να παραλάβουν τα απόβλητά τους.

Οι μεσίτες στη συνέχεια οργανώνουν τη συλλογή, προσλαμβάνουν μεταφορείς, μεταπωλούν ό,τι είναι δυνατόν σε ανακυκλωτές και συνάπτουν συμβάσεις για την επεξεργασία, αποθήκευση και διάθεση, ανάλογα με τις προκύπτουσες ανάγκες. Επιπρόσθετα, οι τριτοκοσμικές χώρες είναι πιθανό να είναι άθελα τους συμμετέχοντες στο εμπόριο. Σε μια προσπάθεια λύσης των οικονομικών ζητημάτων που πιθανώς αντιμετωπίζουν, συμμετέχουν σε συμφωνίες που επιλύουν βραχυπρόθεσμα την οικονομική ανασφάλεια, χωρίς να υπάρχει η κατάλληλη τεχνογνωσία για την διαχείριση τους, με όποιο κόστος οικολογικό και υγείας μπορεί να επιφέρει.

Είναι λοιπόν γόνιμο να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι αρμόδιες αρχές οφείλουν να παρέμβουν νομικά, για τον περιορισμό της ανεξέλεγκτης ανταλλαγής, βάζοντας σε πρώτη μοίρα την υγεία των ανθρώπων και ύστερα του οικοσυστήματος (Shin και Strohm 1993).

Καινοτόμες συσκευασίες

Η συσκευασία εκτελεί σημαντικά καθήκοντα για τη διατήρηση της ποιότητας των τροφίμων, από την επεξεργασία και την παρασκευή, του χειρισμού και της αποθήκευσης, μέχρι και τη μεταφορά στον τελικό καταναλωτή. Οι τέσσερις πρωταρχικές λειτουργίες της συσκευασίας είναι η συγκράτηση, η προστασία, η ευκολία χρήσης και η επικοινωνία. Όλες αυτές οι λειτουργίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία ανάπτυξης της συσκευασίας. Χωρίς τα υλικά συσκευασίας, ο χειρισμός των τροφίμων θα ήταν ακατάστατος και αναποτελεσματικός, καθώς και δαπανηρός, και το μάρκετινγκ δεν θα ήταν εφικτό. Για να διατηρείται η ποιότητα και η ασφάλεια των τροφίμων και να παρατείνεται η διάρκεια ζωής τους, η συσκευασία πρέπει να αποτρέπει δυσμενείς συνθήκες, όπως η παρουσία αλλοιογόνων μικροοργανισμών, χημικών προσμίξεων, οξυγόνου, υγρασίας, φωτός και μηχανικών καταπονήσεων. Έτσι, το υλικό συσκευασίας απαιτείται να προσφέρει φυσική προστασία και κατάλληλες φυσικοχημικές συνθήκες για τα προϊόντα.

Βιώσιμη συσκευασία

Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται οι προσπάθειες δημιουργίας συσκευασιών από βιοπολυμερή, που μπορεί να είναι παράγωγα μεταβολισμού μικροοργανισμών (υδροξυβουτυρικά παράγωγα), πολυμερισμού μονομερών (πολυλακτικά), φυτική βιομάζα (άμυλο και κυτταρίνη), αλλά και παραπροϊόντα της βιομηχανίας (ζελατίνη, πρωτεΐνες ορού γάλακτος). Οι βιοαποικοδομήσιμες συσκευασίες μπορούν να κατασκευαστούν από παράγωγα της βιομηχανίας (κυρίως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λιπίδια). Τα θρεπτικά συστατικά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν, είτε για άμεση παραλαβή και καθαρισμό, ή ως υπόστρωμα ζυμώσεων για μικροοργανισμούς, είτε ως υποστρώματα για μεταβολισμό σε μονομερή ή ολιγομερή, που στη συνέχεια θα πολυμεριστούν για τον ίδιο σκοπό.

Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από πεπτίδια συνδεδεμένα με πεπτιδικό δεσμό και η δομή τους είναι τέτοια που επιτρέπουν τον σχηματισμό φιλμ, αφού μετουσιωθούν και επανασυνδεθούν, φτιάχνοντας πάλι πιο περίπλοκες, σταθερές δομές. Τέτοια παραδείγματα είναι η πρωτεΐνη σόγιας, η ζελατίνη, η πρωτεΐνη ορού γάλακτος, η χιτοζάνη κ.α.

Οι υδατάνθρακες είναι ενώσεις που βρίσκονται σε αφθονία στη φύση και έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, μιας και σχηματίζουν ανθεκτικά φιλμ, με πολλοί καλές μηχανικές ιδιότητες. Κλασικά παραδείγματα αποτελούν το άμυλο ρυζιού, η καραγενάνη, τα άμυλα πατάτας και αρακά.

Ο τομέας αυτός θεωρείται ακόμα υπό ανάπτυξη, καθώς, παρότι έχουν καλές ιδιότητες, δεν κρίνονται ακόμα κατάλληλες για την αυτούσια χρήση τους για τη συσκευασία τροφίμων, παρά μόνο σε προσμίξεις με άλλα συστατικά, είτε με χρήση προσθέτων για την βελτιστοποίηση των χαρακτηριστικών τους (Martins κ.ά. 2019).

Ενεργή συσκευασία

Η ενεργή συσκευασία είναι προηγμένο σύστημα, το οποίο περιέχει ενεργά συστατικά (πχ. Αντιοξειδωτικά) εντός του πλέγματος της συσκευασίας. Το υλικό της συσκευασίας στη συνέχεια ανταλλάσσει συστατικά με το τρόφιμο, για να διατηρήσει την ποιότητα του και να επεκτείνει τη διάρκεια ζωής του στο ράφι. Ενεργοί παράγοντες που προστίθενται στη συσκευασία είναι αντιμικροβιακά (οργανικά οξέα, ένζυμα, βακτηριοσίνες, απορροφητές οξυγόνου-για την αποφυγή ανάπτυξης αερόβιων μικροοργανισμών), αντιοξειδωτικά (φαινολικά- πολυφαινόλες, φλαβονοειδή- αιθέρια έλαια, εκχυλίσματα φυτών από φύλλα, ρίζες και καρπούς- αποτρέπουν την οξείδωση σε λιπαρά τρόφιμα, καθώς και την δράση μικροοργανισμών), απορροφητές ή εκκριτές διοξειδίου του άνθρακα (οξείδωση-αντιμικροβιακή δράση), συλλέκτες οξυγόνου (απομάκρυνση οξυγόνου- για αναστολή οξείδωσης, δράσης μ/ο) και αιθυλενίου (για φρούτα και λαχανικά, όπου η παραγωγή του, μετά την ωρίμανση, φέρνει ανεπιθύμητο χρώμα και γεύση).

Έξυπνη συσκευασία

Η έξυπνη συσκευασία ελέγχει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (βαθμός φρεσκότητας), αλλά και τις περιβαλλοντικές παραμέτρους (θερμοκρασία, pH, αέρια, υγρασία). Η συσκευή που προορίζεται για την συσκευασία έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει τυχούσες αλλαγές σε αυτές τις παραμέτρους, και να ‘ειδοποιεί’ τον καταναλωτή, μέσω ηχητικού ή οπτικού ερεθίσματος. Η κεντρική ιδέα για τις έξυπνες συσκευασίες περιλαμβάνει την τοποθέτηση αισθητήρων ή δεικτών, ή συστήματα αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (RFIDs).

- Αισθητήρες

Ένας έξυπνος αισθητήρας (π.χ. βιοαισθητήρας, αισθητήρας αερίων) είναι μια συσκευή που περιλαμβάνει μια υποδοχή, που μετατρέπει χημικές ή φυσικές μεταβολές σε μορφή ενέργειας και έναν μετατροπέα που μετατρέπει την ενέργεια σε ένα αναγνωρίσιμο αναλυτικό σήμα. Η συσκευή μπορεί να εντοπίζει, να ανιχνεύει και να ποσοτικοποιεί την μεταβολή ή την ενέργεια και στη συνέχεια να στέλνει σήματα για την ανίχνευση μιας χημικής ή φυσικής ιδιότητας στην οποία ειδικεύεται η συσκευή. Οι βιοαισθητήρες ανιχνεύουν, μεταδίδουν και καταγράφουν πληροφορίες σχετικά με βιολογικές αντιδράσεις που περιλαμβάνουν έναν βιοϋποδοχέα (ειδικό για έναν αναλυτή-στόχο, όπως μικρόβια, ορμόνες, ένζυμα, αντιγόνα) και μετατροπέα (για τη μετατροπή βιολογικών σημάτων σε ηλεκτρική απόκριση, όπως ηλεκτροχημική, οπτική). Οι αισθητήρες αερίου ανταποκρίνονται στην παρουσία ενός αερίου στη συσκευασία. Υπάρχουν εμπορικά διαθέσιμοι δείκτες αερίων: Ageless Eye™, Shelf Life Guard, Tell-Tab και Tufflex GS.

- Δείκτες

Οι δείκτες είναι ουσίες που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη θερμοκρασία, την πιθανή διαρροή, την παραγωγή και τη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα, τη μικροβιολογική κατάσταση, τη φρεσκάδα και την εμφάνιση ή το χρώμα του τροφίμου. Οι δείκτες χρόνου-θερμοκρασίας δίνουν πληροφορίες που αφορούν τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σύμφωνα με τον χρόνο. Οι δείκτες οξυγόνου δίνουν πληροφορίες για τις διαρροές και της υποβάθμισης της ποιότητας των προϊόντων σε Συσκευασίες Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας.

- RFID

Η συσκευή αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας είναι μια ασύρματη επικοινωνία που βασίζεται σε ετικέτες και συσκευές αναγνώρισης, τοποθετούνται σε παλέτες και σε containers και συλλέγουν σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες σχετικές με τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, τη διάρκεια ζωής και τη θρεπτική αξία, σε όλα τα στάδια της αλυσίδας. Αυτό το

σύστημα, παρόλο που έχει τη δυνατότητα να προσφέρει τη μέγιστη ασφάλεια και ποιότητα στα προϊόντα, προσθέτει τεράστιο κόστος στην τιμή του τελικού προϊόντος αλλά και δύναται να προκαλέσει μετανάστευση σωματιδίων από τη συσκευασία στο τρόφιμο.

Γενικότερα, προκειμένου να μπορούν να εφαρμοστούν αυτά τα είδη συσκευασιών, οφείλουν τελικά να είναι πιο οικονομικά, αλλά και πιο αποδεκτά από τους ίδιους τους καταναλωτές.

Συμπεράσματα

Η αποτελεσματική διαχείριση των απορριμμάτων είναι ένας απαραίτητος πυλώνας στην αναζήτηση της αειφόρου ανάπτυξης και της διατήρησης του περιβάλλοντος. Η παρούσα εργασία έχει εμβαθύνει στις πολύπλευρες προκλήσεις και ευκαιρίες που χαρακτηρίζουν τις σύγχρονες πρακτικές διαχείρισης απορριμμάτων. Μέσα από μια ολοκληρωμένη ανάλυση των τρεχόντων συστημάτων, πολιτικών και τεχνολογιών, η έρευνα εντόπισε σημαντικά κενά στην εφαρμογή πολιτικής, την τεχνολογική υιοθέτηση και την ευαισθητοποίηση του κοινού που εμποδίζουν την αποτελεσματικότητα των προσπαθειών διαχείρισης αποβλήτων. Η μελέτη υπογραμμίζει την επείγουσα ανάγκη ενσωμάτωσης προηγμένων τεχνολογιών, όπως η μετατροπή αποβλήτων σε ενέργεια και καινοτόμες μέθοδοι ανακύκλωσης, για τον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της κλιμακούμενης συσσώρευσης απορριμμάτων.

Τα ευρήματα αποκαλύπτουν ότι παρά τις προόδους στις πρακτικές διαχείρισης απορριμμάτων, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες, υπάρχει σημαντική διαφορά στην παγκόσμια εφαρμογή αυτών των πρακτικών. Οι αναπτυσσόμενες χώρες συχνά αντιμετωπίζουν περιορισμένες υποδομές, οικονομικούς περιορισμούς και έλλειψη τεχνολογικής εμπειρογνομosύνης, επιδεινώνοντας τα ζητήματα που σχετίζονται με τα απορρίματα και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Αυτή η διαφορά υπογραμμίζει την ανάγκη για διεθνή συνεργασία και μεταφορά γνώσης για να γεφυρωθούν τα κενά και να προωθηθεί η παγκόσμια περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Η διατριβή τονίζει ότι οι συλλογικές προσπάθειες μπορούν να προωθήσουν την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών, τεχνολογικών καινοτομιών και πλαισίων πολιτικής που είναι προσαρμόσιμα σε διαφορετικά κοινωνικοοικονομικά πλαίσια.

Επιπλέον, η έρευνα τονίζει τον κεντρικό ρόλο της εκπαίδευσης και της συμμετοχής του κοινού στη διαχείριση των απορριμμάτων. Η ενδυνάμωση των κοινοτήτων με γνώσεις σχετικά με τις περιβαλλοντικές και υγειονομικές επιπτώσεις της ακατάλληλης απόρριψης απορριμμάτων ενθαρρύνει προληπτικές συμπεριφορές και υποστηρίζει πρωτοβουλίες μείωσης των απορριμμάτων. Οι πολιτικές που δίνουν κίνητρα για τη μείωση των απορριμμάτων, την ανακύκλωση και την υπεύθυνη κατανάλωση μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές βελτιώσεις στα αποτελέσματα της διαχείρισης αποβλήτων. Τα οικονομικά κίνητρα, όπως τα προγράμματα πληρωμής και οι επιδοτήσεις για την ανακύκλωση, έχουν αναγνωριστεί ως αποτελεσματικά εργαλεία για τον επηρεασμό της συμπεριφοράς των καταναλωτών προς πιο βιώσιμες πρακτικές.

Επιπλέον, η εργασία καταδεικνύει ότι η αποτελεσματική διαχείριση των απορριμμάτων έχει σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Τα οικονομικά πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν τη δημιουργία θέσεων εργασίας στους τομείς της ανακύκλωσης και των ανανεώσιμων πηγών

ενέργειας

και τη δυνατότητα οικονομικής ανάπτυξης μέσω της ανάπτυξης πράσινων τεχνολογιών. Περιβαλλοντικά, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η διατήρηση των φυσικών πόρων συμβάλλουν σε ευρύτερους στόχους όπως ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής και η διατήρηση της βιοποικιλότητας. Μετατρέποντας τα απορρίμματα σε πολύτιμους πόρους, οι κοινωνίες μπορούν να μειώσουν το οικολογικό τους αποτύπωμα και να προωθήσουν τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης.

Υπό το φως της συνολικής έρευνας που διεξήχθη, είναι προφανές ότι η αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της διαχείρισης των απορριμμάτων απαιτεί μια πολύπλευρη και συνεργατική προσέγγιση. Αυτό περιλαμβάνει την ενσωμάτωση καινοτόμων τεχνολογιών, την ανάπτυξη ισχυρών και προσαρμόσιμων πολιτικών και τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερομένων - από κυβερνήσεις και οντότητες του ιδιωτικού τομέα έως κοινότητες και ιδιώτες. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στη δημιουργία επεκτάσιμων, οικονομικά αποδοτικών λύσεων διαχείρισης αποβλήτων και στη διερεύνηση των δυνατοτήτων των μοντέλων κυκλικής οικονομίας για τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων και την προώθηση της αποδοτικότητας των πόρων.

Τελικά, οι συλλογικές προσπάθειες για την ενίσχυση των πρακτικών διαχείρισης απορριμμάτων είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ποιότητας του περιβάλλοντος, της δημόσιας υγείας και της ευημερίας των σημερινών και των μελλοντικών γενεών. Μέσα από την αντιμετώπιση των εντοπισμένων προκλήσεων και την αξιοποίηση των διαθέσιμων ευκαιριών, οι κοινωνίες μπορούν να προχωρήσουν προς ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό μέλλον. Ο οδικός χάρτης που περιγράφεται σε αυτήν την εργασία απαιτεί συντονισμένες ενέργειες και σταθερή δέσμευση για συνεχή αξιολόγηση και βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης απορριμμάτων. Η επιτυχία αυτών των προσπαθειών όχι μόνο θα επιλύσει άμεσες προκλήσεις που σχετίζονται με τα απορρίμματα, αλλά θα συμβάλει επίσης σημαντικά στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και υγεία του πλανήτη.

Βιβλιογραφία

- Ahmad, Talha, Rana Muhammad Aadil, Haassan Ahmed, Ubaid Ur Rahman, Bruna C. V. Soares, Simone L. Q. Souza, Tatiana C. Pimentel, Hugo Scudino, Jonas T. Guimarães, Erick A. Esmerino, Mônica Q. Freitas, Rafael B. Almada, Simone M. R. Vendramel, Marcia C. Silva, και Adriano G. Cruz. 2019. 'Treatment and Utilization of Dairy Industrial Waste: A Review'. *Trends in Food Science & Technology* 88:361–72. doi: 10.1016/j.tifs.2019.04.003.
- Ali Asadi, Morteza Akbari, και Yaser Mohammadi. 2010. *Agricultural Wheat Waste Management in Iraq*. Iraq.
- ARGOENERGY. 2024. 'Αξιοποίηση των παραπροϊόντων, υπολειμμάτων και αποβλήτων της ελαιουργικής δράσης'. *Αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων*. Ανακτήθηκε (<http://www.agroenergy.gr/en/content/%ce%b1%ce%be%ce%b9%ce%bf%cf%80%ce%bf%ce%af%ce%b7%cf%83%ce%b7-%cf%84%cf%89%ce%bd-%cf%80%ce%b1%cf%81%ce%b1%cf%80%cf%81%ce%bf%cf%8a%cf%8c%ce%bd%cf%84%cf%89%ce%bd-%cf%85%cf%80%ce%bf%ce%bb%ce%b5%ce%b9%ce%bc%ce%bc%ce%ac%cf%84%cf%89%ce%bd-%ce%ba%ce%b1%ce%b9-%ce%b1%cf%80%ce%bf%ce%b2%ce%bb%ce%ae%cf%84%cf%89%ce%bd-%cf%84%ce%b7%cf%82-%ce%b5%ce%bb%ce%b1%ce%b9%ce%bf%cf%85%cf%81%ce%b3%ce%b9%ce%ba%ce%ae%cf%82-%ce%b4%cf%81%ce%ac%cf%83%ce%b7%cf%82>).
- Arvanitoyannis, I. S., και L. A. Bosnea. 2001. 'RECYCLING OF POLYMERIC MATERIALS USED FOR FOOD PACKAGING: CURRENT STATUS AND PERSPECTIVES'. *Food Reviews International* 17(3):291–346. doi: 10.1081/FRI-100104703.
- Bartezzaghi, Giulia, Alessia Cattani, Paola Garrone, Marco Melacini, και Alessandro Perego. 2022. 'Food Waste Causes in Fruit and Vegetables Supply Chains'. *Transportation Research Procedia* 67:118–30. doi: 10.1016/j.trpro.2022.12.042.
- Esparza, Irene, Nerea Jiménez-Moreno, Fernando Bimbela, Carmen Ancín-Azpilicueta, και Luis M. Gandía. 2020. 'Fruit and Vegetable Waste Management: Conventional and Emerging Approaches'. *Journal of Environmental Management* 265:110510. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.110510.
- Georganas, Alexandros, Elisavet Giamouri, Athanasios C. Pappas, George Papadomichelakis, Fenia Galliou, Thrassyvoulos Manios, Eleni Tsiplakou, Kostas Fegeros, και George Zervas. 2020.

‘Bioactive Compounds in Food Waste: A Review on the Transformation of Food Waste to Animal Feed’. *Foods* 9(3):291. doi: 10.3390/foods9030291.

Jayathilakan, K., Khudsia Sultana, K. Radhakrishna, και A. S. Bawa. 2012. ‘Utilization of Byproducts and Waste Materials from Meat, Poultry and Fish Processing Industries: A Review’. *Journal of Food Science and Technology* 49(3):278–93. doi: 10.1007/s13197-011-0290-7.

Karwowska, Małgorzata, Sylwia Łaba, και Krystian Szczepański. 2021. ‘Food Loss and Waste in Meat Sector—Why the Consumption Stage Generates the Most Losses?’ *Sustainability* 13(11):6227. doi: 10.3390/su13116227.

Magalhães, Vanessa S. M., Luís Miguel D. F. Ferreira, και Cristóvão Silva. 2021. ‘Using a Methodological Approach to Model Causes of Food Loss and Waste in Fruit and Vegetable Supply Chains’. *Journal of Cleaner Production* 283:124574. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124574.

Martins, Vilásia Guimarães, Viviane Patrícia Romani, Paola Chaves Martins, και Gabriel Da Silva Filipini. 2019. ‘Innovative Packaging That Saves Food’. Σσ. 171–202 στο *Saving Food*. Elsevier.

Ncube, Lindani Koketso, Albert Uchenna Ude, Enoch Nifise Ogunmuyiwa, Rozli Zulkifli, και Isaac Nongwe Beas. 2021. ‘An Overview of Plastic Waste Generation and Management in Food Packaging Industries’. *Recycling* 6(1):12. doi: 10.3390/recycling6010012.

Paritosh, Kunwar, Sandeep K. Kushwaha, Monika Yadav, Nidhi Pareek, Aakash Chawade, και Vivekanand Vivekanand. 2017. ‘Food Waste to Energy: An Overview of Sustainable Approaches for Food Waste Management and Nutrient Recycling’. *BioMed Research International* 2017:1–19. doi: 10.1155/2017/2370927.

Ramanathan, Ranjith, Melvin C. Hunt, Taylor Price, και Gretchen G. Mafi. 2021. ‘Strategies to Limit Meat Wastage: Focus on Meat Discoloration’. Σσ. 183–205 στο *Advances in Food and Nutrition Research*. τ. 95. Elsevier.

Salemdeeb, Ramy, Erasmus K. H. J. Zu Ermgassen, Mi Hyung Kim, Andrew Balmford, και Abir Al-Tabbaa. 2017. ‘Environmental and Health Impacts of Using Food Waste as Animal Feed: A Comparative Analysis of Food Waste Management Options’. *Journal of Cleaner Production* 140:871–80. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.05.049.

- Samuel, A. U., F. Oyawale, και O. S. I. Fayomi. 2019a. 'Analysis and Reduction of Waste in Beverage Industries Using Pareto Principle and Value Stream Mapping'. *Journal of Physics: Conference Series* 1378(2):022090. doi: 10.1088/1742-6596/1378/2/022090.
- Samuel, A. U., F. Oyawale, και O. S. I. Fayomi. 2019b. 'Effects of Waste Management in Beverage Industries: A Perspective'. *Journal of Physics: Conference Series* 1378(2):022048. doi: 10.1088/1742-6596/1378/2/022048.
- Scherhauser, Silvia, Graham Moates, Hanna Hartikainen, Keith Waldron, και Gudrun Obersteiner. 2018. 'Environmental Impacts of Food Waste in Europe'. *Waste Management* 77:98–113. doi: [10.1016/j.wasman.2018.04.038](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.038).
- Shin, Roy W., και Laura A. Strohm. 1993. 'Policy Regimes for the International Waste Trade'. *Review of Policy Research* 12(3–4):226–43. doi: 10.1111/j.1541-1338.1993.tb00562.x.
- V. Mavrov και E. B41ihres. χ.χ. 'Reduction of water consumption and wastewater quantities in the food industry by water recycling using membrane processes'.
- Zhong, Ray, Xun Xu, και Lihui Wang. 2017. 'Food Supply Chain Management: Systems, Implementations, and Future Research'. *Industrial Management & Data Systems* 117(9):2085–2114. doi: 10.1108/IMDS-09-2016-0391.