



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Πρακτικές πρόληψης και επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων στον τομέα των τροφίμων

Συγγραφέας:

Αναστασία Βουσουρέλη

ΑΜ:20006

Επιβλέπουσα:

Ιωάννα Δαμικούκα

Αθήνα, Μάρτιος 2022



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF PUBLIC HEALTH
DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH POLICIES
POSTGRADUATE PROGRAM (MSc/MBA) IN
OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH**

Diploma Thesis

Waste prevention and reuse practices in food sector

Student name and surname:

Anastasia Vousourelis

Registration Number: 20006

Supervisor name and surname:

Ioanna Damikouka

Athens, March 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Πρακτικές πρόληψης και επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων στον τομέα των τροφίμων

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

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

α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Ιωάννα Δαμικούκα	Επίκουρη Καθηγήτρια	
2	Λευκοθέα Εβρένογλου	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια	
3	Γεώργιος Ζέρβας	ΕΔΙΠ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Αναστασία Βουσουρέλη του Χρήστου, με αριθμό μητρώου 20006, φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία» του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

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

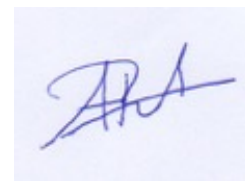
Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

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

Η Δηλούσα

*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

**Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα
(Υπογραφή)**



*** Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):**

https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση αντικείμενο της οποίας είναι η μελέτη πρακτικών πρόληψης δημιουργίας και επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων τροφίμων. Μέσα σε αυτή γίνεται αναφορά στα πλεονεκτήματα και στις προκλήσεις που συνδέονται με τις τεχνολογίες, τόσο για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όσο και για την αντιμετώπιση των ανησυχιών σχετικά με τη χρήση των φυσικών πόρων. Γίνεται αναφορά στον ρόλο που παίζει ο υπολογισμός του ανθρακικού και υδατικού αποτυπώματος διάφορων τροφίμων για την εξοικονόμηση νερού και τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Παρέχονται πληροφορίες που αφορούν στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων και σε τεχνολογίες που έχουν διερευνηθεί για τη μετατροπή αποβλήτων τροφίμων σε ενέργεια και άλλα χρήσιμα υλικά στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας..

Το υλικό της μελέτης αποτέλεσε ελληνική και διεθνής βιβλιογραφία, κυρίως άρθρα επιστημονικών περιοδικών (ScienceDirect, MDPI, PubMed,) και στοιχεία εθνικών και διεθνών οργανισμών (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, FAO – Food and Agriculture Organization, EPA- Environmental Protection Agency, WHO- World Health Organization, IPCC –Intergovernmental Panel on Climate Change, EEA – European Environmental Agency).

Σύμφωνα με τα ευρήματα στο σύνολό τους οι μελέτες υποστηρίζουν την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων ως πρώτη επιλογή. Ακολουθούν η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση και τελευταία επιλογή αποτελούν η υγειονομική ταφή και η αποτέφρωση. Πολλά υποσχόμενες είναι καινοτόμες τεχνολογίες μέσω των οποίων, με κατάλληλη επεξεργασία των αποβλήτων τροφίμων, υπάρχει δυνατότητα για παραγωγή νέων υλικών για χρήση τους σε διάφορους τομείς. Παραδείγματα, χρήσης των νέων αυτών υλικών, είναι η βιομηχανία τροφίμων, η βιομηχανία καλλυντικών, η ζυθοποιεία, η βιομηχανία υφασμάτων, ο κατασκευαστικός τομέας, η φαρμακοβιομηχανία και η βιομηχανία χαρτιού.

Στη πλειοψηφία των μελετών που χρησιμοποιήθηκαν, γίνεται λόγος για την ανάγκη περαιτέρω διεπιστημονικής έρευνας σε θέματα κυκλικής οικονομίας και υιοθέτηση καινοτόμων τεχνικών. Επίσης κρίνεται απαραίτητη και η συνεισφορά των κυβερνήσεων και

των υπεύθυνων χάραξης πολιτικής στη δημιουργία πλαισίων στήριξης της δημόσιας και ιδιωτικής συμμετοχής για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων.

Λέξεις κλειδιά: αποβλητα τροφίμων, πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, υδατικό/ανθρακικό αποτύπωμα, κυκλική οικονομία

ABSTRACT

This paper is a bibliographic review and its aim is to study the practices for preventing food waste generation and for reusing food waste. A reference is made to the benefits and challenges associated with technologies in use, on reducing environmental impact and in addressing concerns about the use of natural resources. Reference is also made to the role of carbon and water footprint calculation for various foods, for saving water and reducing greenhouse gas emissions. The paper provides information on the prevention of food waste and technologies that have been explored for the conversion of food waste into energy and other useful materials, in the context of the circular economy.

The material of the study included Greek and international bibliography, mainly articles of scientific journals (PubMed, MDPI, ScienceDirect) and reports from national and international organizations (Ministry of Environment and Energy, FAO - Food and Agriculture Organization, EPA - Environmental Protection Agency, WHO - World Health Organization , IPCC –Intergovernmental Panel on Climate Change, EEA - European Environmental Agency).

According to the findings, the studies as a whole support that preventing food waste generation should be the first choice. Reuse and recycling follow that and finally the last choice is landfilling and incineration. Innovative technologies are very promising through which, with proper treatment of food waste, there is a possibility of producing new materials for use in various sectors. Examples of using these new materials exist in the food, the cosmetics, the brewery, the textile, the construction, the pharmaceutical and the paper industries.

In the majority of the studies, there is discussion about the need for further interdisciplinary research on circular economics and the adoption of innovative techniques. The contribution of governments and policy makers in creating supporting frameworks for public and private participation to reduce food waste is also considered necessary.

Key words: food waste, prevention, reuse, water / carbon footprint, circular economy

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	<i>i</i>
ABSTRACT	<i>iii</i>
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	<i>vi</i>
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	<i>vii</i>
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	<i>viii</i>
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	<i>ix</i>
ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ	<i>ix</i>
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ	<i>ix</i>
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	<i>11</i>
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	<i>12</i>
1. ΤΡΟΦΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	<i>15</i>
1.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	<i>17</i>
2. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	<i>20</i>
2.1. ΟΡΙΣΜΟΙ	<i>20</i>
2.2. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ	<i>22</i>
2.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	<i>30</i>
2.3.1 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	<i>31</i>
2.3.2 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	<i>33</i>
3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΔΥΟ ΒΑΣΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ	<i>35</i>
3.1. ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	<i>38</i>
3.1.1 Υπολογισμός υδατικού αποτυπώματος	<i>40</i>
3.1.2 Υδατικό αποτύπωμα προϊόντων ζωϊκής προέλευσης	<i>43</i>
3.1.3 Υδατικό αποτύπωμα προϊόντων απομίμησης κρέατος	<i>45</i>
3.1.4. Υδατικό αποτύπωμα τροφίμων και ευαισθητοποίηση καταναλωτών	<i>45</i>
3.2. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ	<i>46</i>
3.2.1. Ανθρακικό αποτύπωμα προϊόντων ζωϊκής προέλευσης	<i>50</i>
3.2.2. Αποτύπωμα άνθρακα εναλλακτικών πηγών πρωτεΐνης	<i>51</i>
3.2.3 Ο ρόλος του μαγειρέματος στο αποτύπωμα άνθρακα των τροφίμων	<i>53</i>
3.2.4 Ανθρακικό αποτύπωμα μύρας	<i>55</i>
4. ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	<i>56</i>
4.1 ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΕΣΔΑ)	<i>59</i>
4.2 ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	<i>61</i>
4.2.1.Καμπάνιες και δράσεις	<i>62</i>

4.2.2. Βελτίωση των υποδομών απο τη συγκομιδή μέχρι τον τελικό καταναλωτή.....	66
4.2.3 Βελτίωση στις ετικέτες των τροφίμων.....	68
4.2.4 Εκμετάλλευση των υποπροϊόντων τροφίμων στον κόσμο της γαστρονομίας.....	70
4.3 ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ	71
4.3.1 Πλατφόρμες αναδιανομής τροφίμων.....	71
4.3.2 Δωρεά τροφίμων.....	71
4.3.3 Παραγωγή ζωοτροφών.....	72
4.4 ΑΝΑΚΥΛΩΣΗ – ΑΝΑΚΤΗΣΗ.....	74
4.4.1 Αναερόβια χώνευση.....	77
4.4.2 Κομποστοποίηση.....	78
4.4.3 Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας.....	80
4.4.4 Μέθοδος συμπίεσης (Rendering).....	81
4.4.5 Παραγωγή αιθανόλης.....	81
4.4.6 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων.....	82
4.5 ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ	
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	82
4.5.1 Έργο I – REXFO LIFE.....	83
4.5.2 Παραγωγή βιοντίζελ απο απόβλητα τροφίμων.....	85
4.5.3 Μετατροπή αποβλήτων τροφίμων σε λίπασμα με τη βοήθεια γαιοσκώληκων (Βερμικομποστοποίηση).....	85
4.5.4 Μετατροπή αποβλήτων τροφίμων σε υλικά για την βιομηχανία τροφίμων.....	86
4.5.5 Βαγάση ζαχαροκάλαμων και βιοοικονομία.....	86
4.5.6 Βιομηχανία καλλυντικών προϊόντων.....	86
4.5.7 Βιομηχανία φαρμακευτικών προϊόντων.....	88
4.5.8 Βιομηχανία μόδας: Χρήση βιομηχανικών αποβλήτων τροφίμων για την παραγωγή βιουφασμάτων.....	88
4.5.9 Παραγωγή μπυρας.....	89
4.5.10 Κατακάθι καφέ και βιοοικονομία.....	90
4.5.11 Αξιοποίηση υποπροϊόντων πτηνοτροφίας.....	91
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	93
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	98
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ	98
ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	103
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.....	104
ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ (ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ)	104

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Μέσο παγκόσμιο υδατικό αποτύπωμα τροφίμων	41
--	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1:	Δημιουργία αποβλήτων τροφίμων στην Ευρωπαϊκή ένωση ανα τομέα ...	26
Γράφημα 2:	Δημιουργία αποβλήτων τροφίμων στην Ευρωπαϊκή ένωση ανα τομέα για το έτος 2009.....	27
Γράφημα 3:	Οι δέκα πρώτες χώρες στην εκπομπή αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με τις εκπομπές από τη σπατάλη και απώλεια τροφίμων	28
Γράφημα 4:	Ποσοστό παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου στα διάφορα στάδια της αλυσίδας τροφίμων.....	30
Γράφημα 5:	Ποσοστό του ανθρακικού αποτυπώματος ανα είδος τροφίμου σε σχέση με τη συμβολή του στο ποσοστό των αποβλήτων τροφίμων.....	49
Γράφημα 6:	Ποσοστό αποτύπωμα άνθρακα σε σχέση με τα στάδια της αλυσίδας τροφίμων	49
Γράφημα 7:	Ποσοστά χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων σε σχέση με την μικτή στις χώρες τις Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	76

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Αλυσίδα τροφίμων.....16

Εικόνα 2: Η αναστραμμένη πυραμίδα αποβλήτων τροφίμων με τις κατηγορίες απο τις περισσότερο εως τις λιγότερο φιλικές προς το περιβάλλον58

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ

ΑΑ	ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ
ΑΕΠ	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ
ΕΕ	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΚ	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ
ΕΟΚ	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ
ΕΣΔΑ	ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΗΠΑ	ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ
ΜΕΒΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΟΗΕ	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΕΘΝΩΝ
ΠΜΣ	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΧΑΔΑ	ΧΩΡΟΣ ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΗΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ
ΧΥΤΑ	ΧΩΡΟΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ

ΕΕΑ	EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY
ΕΡΣ	ECOLOGICAL RECYCLING SOCIETY
FAO	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION
FWF	FOODWASTING FOOTPRINT
GHG	GREEN HOUSE GASES
HM GOVERNMENT	HER MAJESTYS GOVERNMENT
HORECA	HOTELS, RESTAURANTS, CAFÉ
IPCC	INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

LCA	LIFE CYCLE ASSESSMENT
NRDC	NATIONAL RESOURCES DEFENCE COUNCIL
UNEP	UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM
WFA	WATER FOOTPRINT ASSESSMENT
WRAP	WASTE AND RESOURCES ACTION PROGRAM
WWF	WORLD WIDE FUND FOR NATURE

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή διεξήχθη στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ): «Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία» και Ειδίκευση στην Υγιεινή Περιβάλλοντος, του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας. Κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου στο Μεταπτυχιακό αυτό πρόγραμμα μου δόθηκε η ευκαιρία να εμπλουτίσω τις γνώσεις μου σε θέματα επαγγελματικής και περιβαλλοντικής υγείας. Πιστεύω πως οι γνώσεις αυτές θα με βοηθήσουν να ανταποκριθώ αποτελεσματικά σε επαγγελματικά θέματα που θα χρειαστεί αντιμετωπίσω στο μέλλον.

Μέχρι σήμερα είχα ασχοληθεί κυρίως με περιβαλλοντικά θέματα που είχαν να κάνουν με το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, τα νερά αναψυχής και την πρόληψη της νόσου των λεγεωναρίων. Οι γνώσεις μου στον τομέα των στερεών αποβλήτων και ιδιαίτερα των αποβλήτων τροφίμων δεν ήταν πολλές. Το θέμα των αποβλήτων τροφίμων που φάνηκε πολύ ενδιαφέρον κατά τη διάρκεια παρακολούθησης των μαθημάτων του ΠΜΣ. Προβληματίστηκα ιδιαίτερα όταν διάβασα ότι το ένα τρίτο περίπου απο τα τρόφιμα που παράγονται παγκοσμίως καταλήγουν στα σκουπίδια και ότι τα τρόφιμα αποτελούν μια απο τις πιο επιζήμιες μορφές ανθρώπινης κατανάλωσης που επιβαρύνουν το περιβάλλον και ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή. Γι' αυτό το λόγο θέλησα η διπλωματική μου εργασία να είναι σχετική με τη μελέτη πρακτικών πρόληψης δημιουργίας και επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων τροφίμων.

Η εργασία μου ανατέθηκε από την κ. Ιωάννα Δαμικούκα, Επίκουρη Καθηγήτρια, η οποία είναι και η υπεύθυνη για την παρακολούθηση της προόδου της και την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το θέμα αυτό που με ενδιέφερε ιδιαίτερος.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω και στα μέλη της οικογένειάς μου, για την υπομονή που έδειξαν και τη στήριξή τους σε όλη τη διάρκεια φοίτησής μου στο ΠΜΣ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κύκλος ζωής των τροφίμων είναι η διαδικασία που ακολουθείται από τα αγροκτίματα όπου γίνεται η σπορά του, η καλλιέργεια του και η συγκομιδή του ή τα υδατικά συστήματα απ' όπου αλιεύεται μέχρι να φθάσει στους καταναλωτές. Η εφοδιαστική αλυσίδα ακολουθεί τη σειρά χειρισμού, αποθήκευσης, επεξεργασίας, διανομής και τέλος της κατανάλωσης. Σε κάθε στάδιο αυτού του κύκλου ζωής υπάρχει απώλεια τροφίμων και δημιουργία αποβλήτων.

Η αυξανόμενη τάση του παγκόσμιου πληθυσμού οδηγεί σε αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων ενώ συγχρόνως υπάρχει μεγάλη ποσότητα τροφής που πετιέται και δεν αξιοποιείται (Abeliotis et al., 2015). Η σπατάλη τροφίμων γίνεται όλο και πιο σημαντικό παγκόσμιο ζήτημα λόγω των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεών της. Επιπλέον, η σπατάλη τροφίμων σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή, καθώς για την παραγωγή των τροφίμων που καταλήγουν ως απόβλητα, έχουν καταναλωθεί ενέργεια και φυσικοί πόροι σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους (Abeliotis et al., 2015). Η μετατροπή των φυσικών εκτάσεων σε αγροτικές, ιδιαιτέρως μέσω της αποψίλωσης των δασών έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια βιοποικιλότητας, την απορροή φυσικών πόρων, την διάβρωση του εδάφους και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Leach et al., 2016). Ωστόσο απ' την άλλη, αναγνωρίζεται ευρέως ότι και η κλιματική αλλαγή επηρεάζει και αυτή από τη μεριά της την παραγωγή τροφίμων εφόσον έχει επιπτώσεις σε μια σειρά από παράγοντες που έχουν να κάνουν με τη διαδικασία της γεωργικής παραγωγής. Οι σωστές επιλογές και η σωστή διαχείριση τροφίμων μπορούν να έχουν θετική επιρροή στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Ορισμένες διατροφικές επιλογές φαίνεται να συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατ'επέκταση στην υπερθέρμανση του πλανήτη (Abeliotis et al., 2015).

Στον τομέα των τροφίμων η αξιοποίηση και επαναχρησιμοποίηση υποπροϊόντων αντιπροσωπεύει ένα μείζον περιβαλλοντικό ζήτημα που πρέπει να επιλυθεί επείγοντως και θεωρείται σοβαρή πρόκληση για την παγκόσμια οικονομία και κοινωνία. Πάνω στο θέμα αυτό έχει πραγματοποιηθεί πληθώρα μελετών. Οι στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων τροφίμων δίνουν προτεραιότητα στην πρόληψη, ακολουθούμενη από την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και λιγότερο προτιμώμενη επιλογή την χωματερή ή την αποτέφρωση. Στις τεχνικές που ακολουθούνται λαμβάνεται υπόψη η βιωσιμότητα και «πράσινες» διαδικασίες που βασίζονται στη χρήση βιομάζας, όπως για παράδειγμα η κομποστοποίηση και η αναερόβια

χώνευση, με τις οποίες τα απόβλητα τροφίμων μετατρέπονται σε ανανεώσιμη ενέργεια, λιπάσματα και άλλα θρεπτικά συστατικά. Η υιοθέτηση αυτών των πρακτικών παρέχει πιθανά οικονομικά οφέλη, όπως οι μειωμένες δαπάνες για τη διάθεση σε χωματερές και τη μεταφορά των αποβλήτων καθώς επίσης και η δημιουργία πρόσθετων εσόδων από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας, βιοκαυσίμων, λιπασμάτων και άλλων χρήσιμων προϊόντων (Cibelli et al., 2021). Οι πρωτοβουλίες κυκλικής οικονομίας και βιωσιμότητας είναι επίκαιρες και πολλά υποσχόμενες στην αντιμετώπιση των ζητημάτων σπατάλης και ασφάλειας τροφίμων (Sharma et al., 2017).

Στην τρέχουσα βιβλιογραφική ανασκόπηση γίνεται προσπάθεια αναζήτησης πρακτικών πρόληψης δημιουργίας και επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων στον τομέα των τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο. Επιπλέον γίνεται προσπάθεια για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών των πρακτικών. Κύριος στόχος της είναι να υποστηρίξει τις προσπάθειες περιβαλλοντικής βελτίωσης στον κλάδο τροφίμων και να αναδειξεί καινοτόμες ιδέες και νέες τεχνολογίες που μπορούν να συμβάλουν στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων κατά την πρωτογενή παραγωγή, την επεξεργασία, την μεταποίηση, το λιανικό εμπόριο, τη μαζική εστίαση καθώς επίσης και σε επίπεδο νοικοκυριού, πολυκατοικίας και γειτονιάς.

Στους στόχους της εργασίας είναι και η ανάδειξη της εξοικονόμησης νερού βάσει υδατικού αποτυπώματος για την παραγωγή τροφίμων σε όλα τα στάδια της αλυσίδας τροφίμων. Επίσης γίνεται ανάδειξη βιώσιμων πρακτικών στην προσπάθεια μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα για την παραγωγή τροφίμων, δεδομένου ότι το αποτύπωμα άνθρακα της διατροφής προέρχεται από το σύνολο των ενεργειών που συμβάλλουν στην αλλαγή των χρήσεων γης, την καλλιέργεια, την εκτροφή, την επεξεργασία, τη μεταφορά, τη συσκευασία, το μαγείρεμα και την απόρριψη των τροφίμων.

Στο πρώτο κεφάλαιο αυτής, γίνεται αναφορά στην έννοια των τροφίμων και στον ρόλο που διαδραματίζει η τροφική αλυσίδα στην σημερινή κοινωνία. Επίσης γίνεται αναφορά στην αλληλένδετη σχέση της κλιματικής αλλαγής και της τροφικής αλυσίδας και στον ρόλο που διαδραματίζει η μια για την άλλη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα απόβλητα τροφίμων τα οποία μπορεί να προέρχονται από όλα τα στάδια συλλογής πρώτων υλών (γεωργία-κτηνοτροφία), παραγωγής (βιομηχανία), διακίνησης (εμπόριο), αποθήκευσης και κατανάλωσης (εστίαση, απλά

νοικοκυριά) και σε έννοιες που σχετίζονται με αυτά, όπως η επαναχρησιμοποίηση, η ανάκτηση, η ανακύκλωση, η επεξεργασία και το πλεόνασμα τροφίμων απώλεια τροφίμων και σπατάλη τροφίμων. Γίνεται αναφορά στα περιβαλλοντικά ζητήματα που δημιουργούνται εξαιτίας της απώλειας και της σπατάλης τροφίμων καθώς και σε άλλα ζητήματα στα οποία έχουν επίδραση. Στο ίδιο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο θεσμικό πλαίσιο που ισχύει σε Ευρωπαϊκό και Εθνικό επίπεδο όσον αφορά στα απόβλητα τροφίμων.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των τροφίμων μέσα από δύο βασικούς δείκτες, το υδατικό αποτύπωμα και το αποτύπωμα άνθρακα. Μέσα από το κεφάλαιο αυτό γίνεται προσπάθεια να γίνει αντιληπτό ότι η παραγωγή τροφίμων απαιτεί μεγάλες εκτάσεις καλλιεργήσιμης γής, πολύτιμες πρώτες ύλες, μεγάλες ποσότητες νερού και ενέργεια και ότι η διατροφή μας αποτελεί σημαντικό παράγοντα υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος. Μέσα από αναφορά σε μελέτες επιστημόνων από διάφορα μέρη του κόσμου δίνονται παραδείγματα που μπορούν να βοηθήσουν, στην υιοθέτηση πρακτικών και τεχνικών που οδηγούν σε εξοικονόμηση νερού και μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην έννοια της βιωσιμότητας και της ανάγκης για υιοθέτηση περιβαλλοντικής πολιτικής και κυκλικής οικονομίας. Αναλύεται η ανεστραμμένη πυραμίδα αποβλήτων τροφίμων με τις επιλογές διαχείρισης αυτών από τις περισσότερο έως τις λιγότερο φιλικές προς το περιβάλλον. Σύμφωνα με την πυραμίδα αυτή, προηγείται η πρόληψη της δημιουργίας πλεονάζοντων τροφίμων και σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό αυτό τότε ιδανική διαχείριση των πλεονάζοντων τροφίμων είναι η αναδιανομή τους για ανθρώπινη κατανάλωση – δωρεά αυτών. Το επόμενο σενάριο είναι η παραγωγή ζωοτροφών και στη συνέχεια η παραγωγή βιοϋλικών. Στην περίπτωση που δεν είναι εφικτό κανένα από τα παραπάνω σενάρια, τότε θα πρέπει να ακολουθηθεί η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης ή κομποστοποίησης ενώ ως τελευταίες επιλογές προτείνονται η υγειονομική ταφή και η αποτέφρωση. Επιπλέον γίνεται αναφορά σε καινοτόμες ιδέες και νέες τεχνολογίες επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων τροφίμων που έχουν εφαρμοστεί παγκοσμίως.

Τέλος γίνεται αξιολόγηση και συζήτηση σχετικά με τα όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια και στη συνέχεια παραθέτονται τα συμπεράσματα που εξάγονται από την βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος.

1. ΤΡΟΦΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Σύμφωνα με το άρθρο 2 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, ως τρόφιμα ορίζονται: «Τα τρόφιμα όπως ορίζονται στο άρθρο 2 του κανονισμού (ΕΚ). 178/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου»: Ως «τρόφιμα» (ή «είδη διατροφής») νοούνται ουσίες ή προϊόντα, είτε αυτά έχουν υποστεί πλήρη ή μερική επεξεργασία είτε όχι, τα οποία προορίζονται για βρώση από τον άνθρωπο ή αναμένεται ευλόγως ότι θα χρησιμεύσουν για τον σκοπό αυτόν. Στα «τρόφιμα» περιλαμβάνονται ποτά, τσίχλες και οποιαδήποτε ουσία, περιλαμβανομένου του νερού, η οποία ενσωματώνεται σκόπιμα στα τρόφιμα στη διάρκεια της παραγωγής, της παρασκευής ή της επεξεργασίας τους. Επίσης περιλαμβάνεται το νερό μετά το σημείο συμμόρφωσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 6 της οδηγίας 98/83/ΕΚ και με την επιφύλαξη των απαιτήσεων των οδηγιών 80/778/ΕΟΚ και 98/83/ΕΚ.

Στα «τρόφιμα» δεν περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:

α) ζωοτροφές, 2002R0178 — EL — 07.08.2009 — 004.001 — 11

β) ζώα ζώα, εκτός εάν παρασκευάζονται για διάθεση στην αγορά για ανθρώπινη κατανάλωση,

γ) φυτά πριν από τη συγκομιδή,

δ) φαρμακευτικά προϊόντα κατά την έννοια των οδηγιών 65/65/ΕΟΚ και 92/73/ΕΟΚ του Συμβουλίου,

ε) καλλυντικά κατά την έννοια της οδηγίας 76/768/ΕΟΚ του Συμβουλίου,

στ) καπνός και προϊόντα καπνού κατά την έννοια της οδηγίας 89/622/ΕΟΚ του Συμβουλίου,

ζ) ναρκωτικές ή ψυχοτρόποι ουσίες κατά την έννοια της ενιαίας σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για τα ναρκωτικά του 1961, και της σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για τις ψυχοτρόπους ουσίες του 1971,

η) τα κατάλοιπα και οι μολυσματικές προσμείξεις» (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών) .

Η αλυσίδα τροφίμων (Εικ. 1) περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες και τους φορείς στην παραγωγή, τη μεταφορά, την κατασκευή, τη λιανική πώληση, την κατανάλωση και τη σπατάλη τροφίμων και τις επιπτώσεις τους στη διατροφή, την υγεία και την ευημερία και το περιβάλλον (IPCC, 2019).



Εικόνα 1: Αλυσίδα τροφίμων (Chapagain and James, 2011)

Η αλυσίδα αυτή τροφοδοτεί τη μεγάλη πλειοψηφία του παγκόσμιου πληθυσμού και μέσω αυτής εξασφαλίζονται τα προς το ζην για πάνω από 1 δισεκατομμύριο ανθρώπους. Από το 1961 λόγω της αύξησης του πληθυσμού αλλά και τις ευρείας χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων και αρδευτικών συστημάτων η παραγωγή τροφίμων έχει αυξηθεί πολύ. Ωστόσο εκτιμάται ότι 821 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως υποσιτίζονται, 151 εκατομμύρια παιδιά κάτω των πέντε ετών παρουσιάζουν καθυστέρηση στην ανάπτυξή τους, 613 εκατομμύρια γυναίκες και κορίτσια ηλικίας 15-49 ετών έχουν έλλειψη σιδήρου και 2 δισεκατομμύρια ενήλικες είναι υπέρβαροι (IPCC, 2019). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) εκτιμά ότι έως το έτος 2050 υπάρχει ανάγκη για εξασφάλιση περισσότερων τροφίμων κατά 50% λόγω του αυξανόμενου πληθυσμού, κάτι που συνεπάγεται την αυξήσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (IPCC, 2019).

1.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Η κλιματική αλλαγή λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, της αλλαγής στα επίπεδα των βροχοπτώσεων αλλά και των συχνών ακραίων καιρικών φαινομένων που συμβαίνουν τελευταία, επηρεάζει το σύστημα παραγωγής τροφίμων. Η αύξηση της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με τα φαινόμενα ξηρασίας έχει οδηγήσει σε σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις σε περιοχές της Μεσογείου. Οι περιοχές που είναι ξηρές όπως είναι αυτές της Αφρικής και οι ορεινές περιοχές της Ασίας και της Νότιας Αμερικής είναι αυτές που επηρεάζονται περισσότερο. Υπάρχουν βέβαια και οι εξαιρέσεις όπου υπάρχουν περιοχές που έχουν επηρεαστεί θετικά, όπως είναι οι καλλιέργειες με καλαμπόκι, σιτάρι και ζαχαρότευτλα σε υψηλό γεωγραφικό πλάτος. Οι αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής φαίνεται πως φέρνουν αλλαγές και στα παράσιτα και στις ασθένειες που επηρεάζουν και αυτά με τη σειρά τους την παραγωγή των τροφίμων (IPCC, 2019).

Η κτηνοτροφία παρουσιάζει μεγάλη ευπάθεια λόγω της κλιματικής αλλαγής η οποία ασκείται από 200 έως 500 εκατομμύρια ανθρώπους στο 75% των χωρών. Τα ποιμενικά συστήματα της Αφρικής παρουσιάζουν χαμηλότερη παραγωγή στους βοσκοτόπους και στα ζώα και απώλεια βιοποικιλότητας. Η παραγωγή προϊόντων φυτικής προέλευσης είναι επίσης ευάλωτη στην κλιματική αλλαγή. Ειδικά τροπικές και υποτροπικές περιοχές πρόκειται να παρουσιάσουν μείωση στην απόδοση έως και να καταστούν ακατάλληλες για κάποιες καλλιέργειες λόγω των υψηλών θερμοκρασιών (IPCC, 2019).

Οι αλλαγές που παρατηρούνται στην ποιότητα του εδάφους λόγω της κλιματικής αλλαγής συμβάλλουν και αυτές στην επισιτιστική ασφάλεια καθώς από αυτό επηρεάζεται η ποιότητα και ποσότητα βασικών καλλιεργειών. Οι αλλαγές στην περιεκτικότητα του εδάφους σε άζωτο, άνθρακα και άλλα θρεπτικά συστατικά επηρεάζει την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών από τα φυτά. Πληθυσμοί που βασίζονται αποκλειστικά σε τέτοιες καλλιέργειες και δεν έχουν πιθανότητες εναλλακτικών λύσεων, μπορεί στο μέλλον να παρουσιάσουν ανεπάρκεια σε κάποια μικροθρεπτικά συστατικά (Islam and Wong, 2017). Για παράδειγμα, σύμφωνα με μελέτη των Hummel et al., 2018 που έγινε με αντικείμενο την διατροφική αξία των φασολιών φαίνεται ότι έως το έτος 2050 και σύμφωνα με τις προβλεπόμενες συνθήκες ξηρασίας, η νοτιοανατολική Αφρική δεν θα είναι κατάλληλη για την καλλιέργεια φασολιών. Λόγω των επιπέδων ξηρασίας παρατηρείται μείωση των επιπέδων σιδήρου στα παραγόμενα φασόλια, ενώ αντιθέτως τα

επίπεδα πρωτεΐνης, ψευδαργύρου, μολύβδου και φυτικού οξέος αυξάνονται υπό συνθήκες ξηρασίας. Αυτό υποδηλώνει ότι οι μελλοντικές μερίδες φασολιών έως το 2050 πιθανότατα θα έχουν χαμηλότερη διατροφική ποιότητα (Hummel et al., 2018).

Η κλιματική αλλαγή και το σύστημα παραγωγής τροφίμων όμως φαίνεται να είναι έννοιες αλληλένδετες εφόσον το 21-37% των συνολικών αερίων του θερμοκηπίου (*GHG* - Greenhouse gases) οφείλεται στο σύστημα τροφίμων (IPCC, 2019). Αέρια θερμοκηπίου «είναι τα φυσικά ή ανθρωπογενή συστατικά της ατμόσφαιρας τα οποία απορροφούν και εκπέμπουν ακτινοβολία σε συγκεκριμένα μήκη κύματος εντός του φάσματος της θερμικής, υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης, την ίδια την ατμόσφαιρα και τα σύννεφα. Αυτή η ιδιότητα προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι υδρατμοί (H_2O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), το μεθάνιο (CH_4) και το όζον (O_3) είναι τα κύρια αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα της Γης. Επιπλέον, υπάρχει ένας αριθμός εξολοκλήρου ανθρωπογενών αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, όπως οι αλογονάνθρακες και άλλες ουσίες που περιέχουν χλώριο και βρώμιο, που αντιμετωπίζονται στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ. Εκτός από τα CO_2 , N_2O και CH_4 , το Πρωτόκολλο του Κιότο ασχολείται με τα αέρια θερμοκηπίου εξαφθοριούχο θείο (SF_6), υδροφθοράνθρακες ($HFCs$) και υπερφθοράνθρακες ($PFCs$)» (IPCC, 2022).

Η προέλευση των αερίων του θερμοκηπίου όσον αφορά την αλυσίδα τροφίμων έχει να κάνει με δραστηριότητες της γεωργίας, τη χρήση γης, την αποθήκευση, το λιανικό εμπόριο και την κατανάλωση. Έτσι οι δραστηριότητες της καλλιέργειας και της κτηνοτροφίας εκτιμάται ότι περιλαμβάνουν το 9 έως 14% των εκπομπών λόγω των εργασιών στο αγρόκτημα και 5 έως 14% από τη χρήση γης και αλλαγή χρήσης γης. Το 5 έως 10% εκτιμάται ότι οφείλεται στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας (IPCC, 2019).

Ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση των εκπομπών που προέρχονται από τις καλλιέργειες και την εκτροφή των ζώων και τη μείωση των εκπομπών από τα συστήματα παραγωγής με την υιοθέτηση των κατάλληλων πρακτικών. Μια από τις πρακτικές που πρέπει να ακολουθηθούν είναι και η μείωση της απώλειας και σπατάλης τροφίμων η οποία αν επιτευχθεί δίνει λύσεις και στο πρόβλημα της επιτιστικής ασφάλειας (IPCC, 2019).

Η γεωργία παράγει μεταξύ του 1% και 60% του Εθνικού ΑΕΠ με παγκόσμιο μέσο όρο περίπου το 4% (IPCC, 2019). Η γεωργία και γενικότερα η αλυσίδα τροφίμων αποτελούν κλειδί για την αντιμετώπιση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής. Η συνεργασία μεταξύ των παραγόντων της προσφοράς (φορέων που ασχολούνται με την παραγωγή, μεταφορά και επεξεργασία) και της ζήτησης, δηλαδή των καταναλωτών, μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της απώλειας και σπατάλης τροφίμων και κατ'επέκταση στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (IPCC, 2019).

2. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

2.1. ΟΡΙΣΜΟΙ

Σύμφωνα με το Άρθρο 3 της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με την παρ. 3 του άρθρου 1 της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/851 ισχύουν οι παρακάτω ορισμοί που θα τους συναντήσουμε στη συνέχεια της παρούσας εργασίας:

«Απόβλητα»: «είναι κάθε ουσία ή αντικείμενο, το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει».

«Αστικά απόβλητα (ΑΑ)»: «α) Τα ανάμεικτα απόβλητα και τα απόβλητα που συλλέγονται από τα νοικοκυριά, μεταξύ άλλων χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά, βιολογικά απόβλητα, ξύλο, προϊόντα κλωστοϋφαντουργίας, απόβλητα συσκευασίας, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, απόβλητα ηλεκτρικών σιτηλών και συσσωρευτών και ογκώδη απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων στρωμάτων και επίπλων. β) Τα ανάμεικτα απόβλητα και τα απόβλητα που συλλέγονται χωριστά από άλλες πηγές, όταν είναι παρόμοια ως προς τη φύση και τη σύνθεση με τα οικιακά απόβλητα. Στα αστικά απόβλητα δεν περιλαμβάνονται απόβλητα παραγωγής, γεωργίας, δασοκομίας, αλιείας, σπητικών δεξαμενών και απόβλητα από δίκτυα αποχέτευσης και επεξεργασίας αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της ιλύος καθαρισμού λυμάτων, οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους ή απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις».

«Απόβλητα τροφίμων»: «Όλα τα τρόφιμα, όπως ορίζονται στο άρθρο 2 του Κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 178/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 28ης Ιανουαρίου 2002 για τον καθορισμό των γενικών αρχών και απαιτήσεων της νομοθεσίας για τα τρόφιμα, για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων και τον καθορισμό διαδικασιών σε θέματα ασφαλείας των τροφίμων (L 31), τα οποία έχουν καταστεί απόβλητα»

«Επαναχρησιμοποίηση»: «Κάθε εργασία με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία που δεν είναι απόβλητα χρησιμοποιούνται εκ νέου για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν»

«Επεξεργασία»: «Οι εργασίες ανάκτησης ή διάθεσης, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται η προετοιμασία πριν από την ανάκτηση ή τη διάθεση»

«Ανάκτηση»: «Οποιαδήποτε εργασία της οποίας το κύριο αποτέλεσμα είναι ότι απόβλητα εξυπηρετούν έναν χρήσιμο σκοπό αντικαθιστώντας άλλα υλικά τα οποία, υπό άλλες συνθήκες, θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση συγκεκριμένης λειτουργίας, ή ότι απόβλητα υφίστανται προετοιμασία για την πραγματοποίηση αυτής της λειτουργίας, είτε στην εγκατάσταση είτε στο γενικότερο πλαίσιο της οικονομίας».

«Ανάκτηση υλικών»: «Κάθε εργασία ανάκτησης, εκτός από την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή άλλα μέσα παραγωγής ενέργειας. Περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την επίχωση».

«Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση»: Κάθε εργασία ανάκτησης που συνιστά έλεγχο, καθαρισμό ή επισκευή, με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία προϊόντων που αποτελούν πλέον απόβλητα προετοιμάζονται, προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν χωρίς άλλη προεπεξεργασία».

«Ανακύκλωση»: «Οποιαδήποτε εργασία ανάκτησης με την οποία τα απόβλητα μετατρέπονται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες που προορίζονται είτε να εξυπηρετήσουν και πάλι τον αρχικό τους σκοπό είτε άλλους σκοπούς. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών, αλλά όχι την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή σε εργασίες επίχωσης»

«Πλεονάσματα τροφίμων»: «Τα τελικά προϊόντα διατροφής, συμπεριλαμβανομένου του φρέσκου κρέατος, των φρούτων και των λαχανικών, μερικώς επεξεργασμένα προϊόντα ή συστατικά τροφίμων, τα οποία ενδέχεται να προκύψουν σε οποιοδήποτε στάδιο της αλυσίδας παραγωγής και διανομής τροφίμων για διάφορους λόγους, όπως τρόφιμα τα οποία δεν πληρούν τις προδιαγραφές του παρασκευαστή ή του πελάτη και, συγκεκριμένα, διαφοροποιούνται ως προς το χρώμα, το μέγεθος, το σχήμα, τη σύσταση, έχουν αλλοιωμένη συσκευασία ή επισήμανση, χωρίς ωστόσο να υποβαθμίζεται η ασφάλεια του τροφίμου ή η ενημέρωση των καταναλωτών, φέρουν εσφαλμένη χρονική ένδειξη, όπως τα προϊόντα που προορίζονται για συγκεκριμένη εορταστική περίοδο ή προωθητική ενέργεια, έχουν μικρό υπόλοιπο ζωής, έχει παρέλθει η ημερομηνία ελάχιστης διατηρησιμότητας, αλλά μπορούν ακόμη να καταναλωθούν με ασφάλεια κατ' αναλογία προς την υπ' αρ. 91354/2017 (B' 2983) απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης και

Ανταγωνιστικότητας, όπως εκάστοτε ισχύει, καθώς και πλεονάσματα που δημιουργούνται από ακυρώσεις παραγγελιών»

«Βιολογικά απόβλητα (βιοαπόβλητα)»: *«Τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα κήπων και πάρκων, τα απόβλητα τροφίμων και μαγειρειών από σπίτια, γραφεία, εστιατόρια, χονδρεμπόριο, κυλικεία, παρόχους υπηρεσιών εστίασης και χώρους πωλήσεων λιανικής και τα συναφή απόβλητα από εγκαταστάσεις μεταποίησης τροφίμων» (Οδηγία ΕΕ/2018/851).*

2.2. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

Η δημιουργία αποβλήτων τροφίμων είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα με οικονομικό, ηθικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Απόβλητα τροφίμων παράγονται σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά την προετοιμασία ενός γεύματος. Απόρριψη τροφίμων έχουμε και κατά τη διαδικασία παραγωγής, διανομής, λιανικής πώλησης και παροχής υπηρεσιών τροφίμων (Abeliotis et al., 2015).

Τα απόβλητα των τροφίμων διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- α) Τα προς αποφυγή απόβλητα, δηλαδή τα τρόφιμα που τη στιγμή της απόρριψής τους ήταν βρώσιμα.
- β) Τα απόβλητα που ενδεχομένως μπορούν να αποφευχθούν, δηλαδή τα τρόφιμα που κάποιος τα τρώνε και κάποιος δεν τα προτιμούν, όπως για παράδειγμα η κόρα του ψωμιού ή τρόφιμα που μπορούν να μαγειρευτούν με έναν τρόπο αλλά όχι με άλλον, όπως για παράδειγμα οι φλούδες πατάτας.
- γ) Τα τρόφιμα που ορίζονται αναπόφευκτα ως απόβλητα, τα οποία δεν είναι βρώσιμα, όπως για παράδειγμα τα κόκκαλα από το κρέας, τα τσόφλια των αυγών, τα φακελάκια τσαγιού κλπ (Charagain and James, 2011).

Τα απόβλητα τροφίμων μπορούν επίσης να κατηγοριοποιηθούν σε αυτά που δημιουργούνται πριν φθάσουν στον καταναλωτή (παραγωγή, επεξεργασία, διανομή) και σε αυτά που δημιουργούνται στο στάδιο της κατανάλωσης (προετοιμασία γευμάτων και κατανάλωση) (Pham et al., 2014).

Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντούμε και τους παρακάτω όρους της «απώλειας» και της «σπατάλης» τροφίμων :

«Απώλεια τροφής» είναι η μείωση της ποσότητας ή της ποιότητας των τροφίμων που αρχικά προοριζόντουσαν για ανθρώπινη κατανάλωση. Αυτές οι απώλειες προκαλούνται κυρίως από προβλήματα στην υποδομή, στην υλικοτεχνική υποστήριξη της αλυσίδας τροφίμων καθώς και από φυσικές καταστροφές (FAO 2013, UNEP 2021).

«Σπατάλη τροφίμων» η οποία αναφέρεται στο μέρος της απώλειας τροφής που αφορά στην μείωση της ποσότητας ή της ποιότητας των τροφίμων ύστερα από αποφάσεις των λιανοπωλητών, των παρόχων υπηρεσιών τροφίμων ή των καταναλωτών. Πρόκειται για προϊόντα που αποκλείουν από το βέλτιστο χρώμα, μέγεθος και σχήμα και απορρίπτονται κατά τη διαδικασία διαλογής. Επίσης πρόκειται για τρόφιμα τα οποία είναι κοντά ή και μετά την ημερομηνία «ανάλωση κατά προτίμηση πριν...» και απορρίπτονται χωρίς να αξιοποιηθούν. Πρόκειται επίσης για τρόφιμα τα οποία είναι ακόμα κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση αλλά επειδή παράχθηκαν σε μεγάλες ποσότητες, «περισσεύουν» και απορρίπτονται (FAO 2013, UNEP, 2021).

Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα ακριβείς εκτιμήσεις για το μέγεθος των απωλειών τροφίμων. Είναι αδιαμφισβήτητο όμως ότι η απώλεια και η σπατάλη τροφίμων βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Γεωργίας και Τροφίμων, σχεδόν το 1/3 του φαγητού που παράγεται παγκοσμίως σπαταλάται. Πρόκειται για μια ποσότητα ικανή να καλύψει τις ανάγκες του μισού παγκόσμιου πληθυσμού (FAO 2013).

Στο στάδιο της παραγωγής εκτιμάται ότι χάνονται ή δεν χρησιμοποιούνται περίπου 1,6 τόνοι πρώτης ύλης τροφίμων και η αποδοτικότητα της παραγωγής τροφίμων ανέρχεται στο 50% (Cibelli et al., 2021). Η ετήσια παγκόσμια σπατάλη εκτιμάται στο 30% των δημητριακών, στο 40-50% των καλλιεργειών φρούτων και λαχανικών, στο 20% των ελαιούχων σπόρων του κρέατος και των γαλακτοκομικών προϊόντων και 35% των ψαριών (Μακρής, 2019-2020). Σύμφωνα με το National Resources Defence Council (NRDC 2012) υπολογίστηκε ότι περίπου το 40% των τροφίμων που παράγονται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής χάνεται ως απόβλητο στο στάδιο της επεξεργασίας του από λιανοπωλητές, εστιατόρια και καταναλωτές. Ακολουθούν το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιαπωνία με αντίστοιχα ποσοστά 30% και 40% ενώ στη Νότια Αφρική η παραγωγή αποβλήτων τροφίμων υπολογίστηκε σε 9 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Στη Σιγκαπούρη, η οποία είναι μια βιομηχανοποιημένη και με μεγάλο πληθυσμό πόλη παρατηρήθηκε μέσα σε έξι χρόνια (από το 2006 έως το 2012) αύξηση των αποβλήτων τροφίμων

απο τους 542.720 τόνους στους 703.200 τόνους (Pham et al., 2014). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμά ότι μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, 90 εκατομμύρια τόνοι τροφίμων ή 180 kg κατ' άτομο καταλήγουν ετησίως στα σκουπίδια. Μεγάλο μέρος αυτών των τροφίμων είναι ακόμη κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση (EEA,2021).

Το παγκόσμιο πρόβλημα απώλειας και σπατάλης τροφίμων μέχρι το 2030 εκτιμάται ότι θα φτάσει στα 2,1 δισεκατομμύρια τόνους τροφίμων. Αντίστοιχα η οικονομική ζημιά εκτιμάται ότι θα φτάσει τα 1,5 τρισεκατομμυρία δολλάρια παγκοσμίως (Saberian et al., 2021).

Η απόρριψη τροφίμων λαμβάνει χώρα σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας τροφίμων. Ξεκινά απο την παραγωγή τροφίμων στον γεωργοκτηνοτροφικό τομέα όπου παράγονται απόβλητα ή υποπροϊόντα που μπορεί να είναι οργανικά απόβλητα (π.χ. κοτσάνια κάποιου λαχανικού ή κοπριά) ή σπατάλη τροφίμων, δηλαδή απόρριψη χαμηλής ποιότητας φρούτων ή λαχανικών και προϊόντων με χαμηλή εμπορική αξία (Giroto et al., 2015).

Στις βιομηχανίες όπου γίνεται επεξεργασία και μεταποίηση των τροφίμων παρατηρείται απώλεια και σπατάλη τροφίμων σε όλες τις φάσεις, όπως ζημιές κατά τη μεταφορά, ακατάλληλα συστήματα μεταφοράς, ακατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης, αστοχίες κατά την επεξεργασία ή επιμολύνσεις και ακατάλληλες συσκευασίες. Επίσης μεγάλες ποσότητες απώλειας ή σπατάλης τροφίμων παρατηρούνται και στη λιανική διάθεση τροφίμων (Giroto et al., 2015).

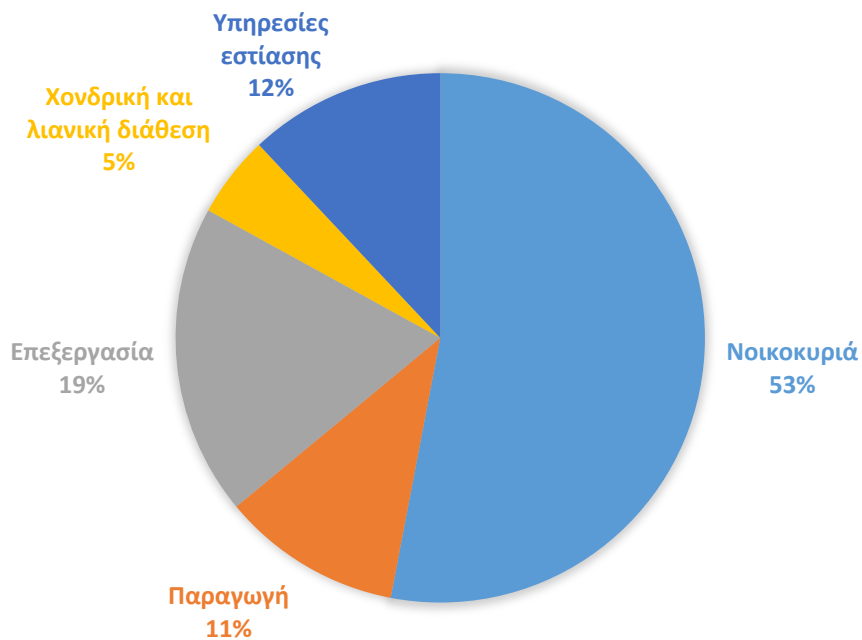
Η απώλεια και σπατάλη τροφίμων εξαρτώνται πολύ απο τις ειδικές τοπικές συνθήκες κάθε χώρας ή πολιτισμού. Στις χώρες με χαμηλό εισόδημα η απώλεια τροφίμων έχει να κάνει με οικονομικούς, διαχειριστικούς και τεχνικούς περιορισμούς, με τις τεχνικές συγκομιδής, περιορισμούς στις υποδομές που αφορούν στη συγκομιδή, την αποθήκευση, τη μεταφορά, την επεξεργασία, τις εγκαταστάσεις ψύξης, στις τεχνικές που ακολουθούνται για τη συσκευασία κλπ (FAO, 2015, Giroto et al., 2015). Μεγάλο ρόλο επίσης παίζουν και οι κοινωνικές και πολιτιστικές συνθήκες κάθε χώρας, όπως για παράδειγμα οι ρόλοι του άντρα και της γυναίκας. Πολλές φορές οι δυσκολίες που συναντούν οι γυναίκες σε θέσεις εργασίας και οικονομικές δραστηριότητες επηρεάζουν την παραγωγικότητα και μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια τροφίμων. Κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες οι γυναίκες - αγρότες έχουν λιγότερη πρόσβαση σε κατάλληλες τεχνολογίες, υποδομές, αποθήκες τροφίμων και αγορές με αντίκτυπο στην παραγωγικότητα και στην αποτελεσματικότητα της δουλειάς τους και πιθανή απώλεια τροφίμων (FAO, 2015).

Στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι επίσης εμφανής η ανάγκη ενίσχυσης των μικρών καλλιεργητών προκειμένου να αναβαθμιστεί η παραγωγή και το εμπόριό τους εφόσον πολλοί μικροκαλλιεργητές ζουν με την ανασφάλεια της απώλειας τροφίμων. Σε αυτές τις χώρες αντίστοιχη ενίσχυση χρειάζεται και η βιομηχανία τροφίμων (Giroto et al., 2015).

Στις χώρες μεσαίου και υψηλού εισοδήματος η απώλεια τροφίμων σχετίζεται κυριώς με τη συμπεριφορά των καταναλωτών, τις πολιτικές και τους κανονισμούς που έχουν θεσπιστεί. Για παράδειγμα στη γεωργία μπορεί να αφαιρούνται τρόφιμα από την αλυσίδα τροφίμων που είναι ακόμα ασφαλή για ανθρώπινη κατανάλωση αλλά δεν ανταποκρίνονται σε κάποια πρότυπα ασφάλειας και ποιότητας που ακολουθούνται (για παράδειγμα, τρόφιμα που δεν καλύπτουν το απαιτούμενο σχήμα και εμφάνιση) (FAO 2015, Giroto et al., 2015). Επίσης οι συμφωνίες μεταξύ αγροτών και αγοραστών μπορεί να συμβάλλουν στη σπατάλη αγροτικών προϊόντων. Σε επίπεδο καταναλωτή ο κακός προγραμματισμός και η αδυναμία να γίνει κατανάλωση ενός προϊόντος πριν την «ημερομηνία λήξης» του, οδηγούν αναπόφευκτα σε απώλεια μεγάλων ποσοτήτων τροφίμων. Στις βιομηχανικές χώρες η απώλεια τροφίμων μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την ευαισθητοποίηση των βιομηχανιών, των εμπόρων λιανικής και των καταναλωτών (Giroto et al., 2015).

Οι απώλειες εξαρτώνται επίσης και από τις διαδικασίες που ακολουθούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων. Για παράδειγμα όταν τα τρόφιμα συντηρούνται σε κατάλληλες συνθήκες, όταν οι αποστάσεις μεταφοράς είναι μικρές και όταν δεν υπάρχει μεγάλη ανάγκη για αποθήκευση αυτών, τότε οι απώλειες είναι μικρές. Ωστόσο, πολλές φορές προκειμένου να υπάρξει μείωση των απωλειών τροφίμων απαιτείται αυξημένη χρήση ενέργειας και ιδιαίτερα για τη συντήρησή τους (EEA, 2020).

Στο γράφημα 1, παρουσιάζεται το ποσοστό της δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων στους διάφορους τομείς της αλυσίδας τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2012. Σύμφωνα με το γράφημα αυτό το 53% του συνόλου των αποβλήτων τροφίμων της Ευρωπαϊκής Ένωσης προέρχεται από τα νοικοκυριά, το 19% στο στάδιο της επεξεργασίας, το 12% από τις υπηρεσίες εστίασης, το 11% στο στάδιο της παραγωγής και το 5% στο στάδιο της χονδρικής και λιανικής διάθεσης (EEA, 2020).

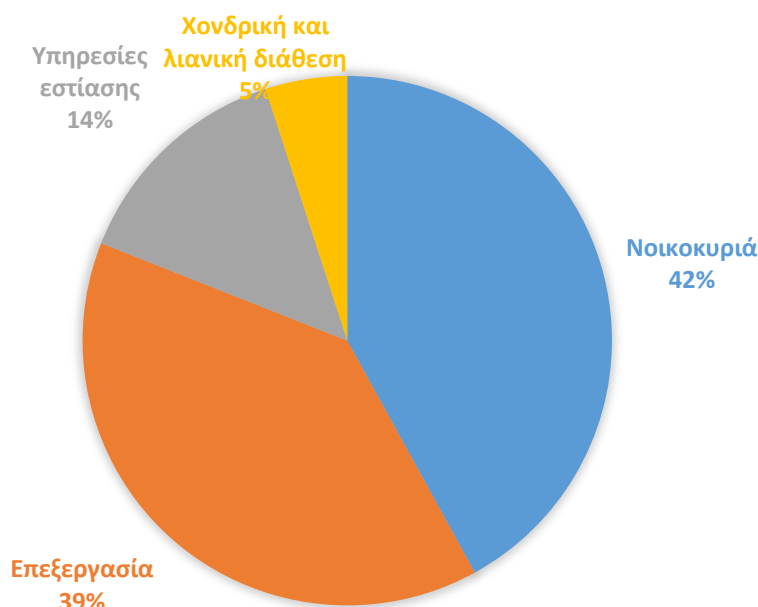


Γράφημα 1: Δημιουργία αποβλήτων τροφίμων στην Ευρωπαϊκή ένωση ανα τομέα (ΕΕΑ, 2020)

Σε μελέτη των Abeliotis et al., 2015 σχετικά με την εκτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παραγωγή τροφίμων και τα απόβλητα τροφίμων στα Ελληνικά νοικοκυριά, αναφέρεται ότι μεγάλο ποσοστό (περίπου 30%) από τα απόβλητα τροφίμων μπορούν να αποφευχθούν. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της μελέτης, η σπατάλη τροφίμων που θα μπορούσε να αποφευχθεί αφορά κατά 24,5% από τα μαγειρευτά τρόφιμα, 14,9% από λαχανικά, 24,9% από φρούτα, 11,3% από γαλακτοκομικά προϊόντα και 13,6% από ψωμί ενώ τα τρόφιμα τα οποία αναπόφευκτα πρέπει να καταλήξουν στα σκουπίδια είναι κατά 43,9% από φρούτα και λαχανικά, 45,8% από φλούδες και 4,8% από μαγειρεμένα τρόφιμα (Abeliotis et al., 2015).

Μελέτη που αφορούσε τα 27 κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2009 αναφέρει ότι στα νοικοκυριά παράγεται το 42% της συνολικής ποσότητας των αποβλήτων τροφίμων, ακολουθεί ο τομέας μεταποίησης με 39% και στη συνέχεια ο κλάδος των υπηρεσιών εστίασης στον οποίο παράγονται τα 14% και τέλος ο κλάδος του λιανικού – χονδρικού εμπορίου στον οποίο παράγεται το υπόλοιπο 5% (Abeliotis et al., 2015).

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής απεικονίζονται στο γράφημα 2 και σε σύγκριση με τα αποτελέσματα του γραφήματος 1 που αφορά το έτος 2012, παρατηρείται αύξηση στο ποσοστό των τροφικών αποβλήτων σε επίπεδο νοικοκυριού απο το 2009 εως το 2012.



Γράφημα 2: Δημιουργία αποβλήτων τροφίμων στην Ευρωπαϊκή ένωση ανα τομέα για το έτος 2009 (Abeliotis et al., 2015).

Οι επιπτώσεις της απώλειας και σπατάλης τροφίμων είναι πολύπλευρες. Πρόκειται για κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις (ΕΕΑ, 2020). Η παραγωγή τροφίμων απαιτεί κατανάλωση γης, νερού, ενέργειας και φυσικών πόρων. Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι σαφείς αφού η παραγωγή τροφίμων που δεν καταναλώνονται, συνεπάγεται απώλεια και σπατάλη φυσικών πόρων, νερού και ενέργειας (FAO, 2015).

Λέγεται ότι εαν η σπατάλη τροφίμων ήταν ένα έθνος τότε θα ήταν η τρίτη μεγαλύτερη χώρα εκπομπής άνθρακα μετά την Κίνα και τις ΗΠΑ. Στο γράφημα 3 φαίνονται οι δέκα χώρες που έρχονται πρώτες στην εκπομπή αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με τις εκπομπές απο την απώλεια και σπατάλη τροφίμων (FAO, 2015).



Γράφημα 3: Οι δέκα πρώτες χώρες στην εκπομπή αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με τις εκπομπές από τη σπατάλη και απώλεια τροφίμων για το έτος 2005 (FAO, 2015)

Τα απόβλητα τροφίμων συμβάλουν στην παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου με δύο τρόπους: Ο πρώτος έχει να κάνει με την ενέργεια και τους φυσικούς πόρους που σπαταλήθηκαν κατά την παραγωγή, επεξεργασία, διανομή, ψύξη και μαγείρεμα και ο δεύτερος έχει να κάνει με τις εκπομπές που προκύπτουν άμεσα από τη διαχείριση των απορριμμάτων αυτών (Abeliotis et al., 2015).

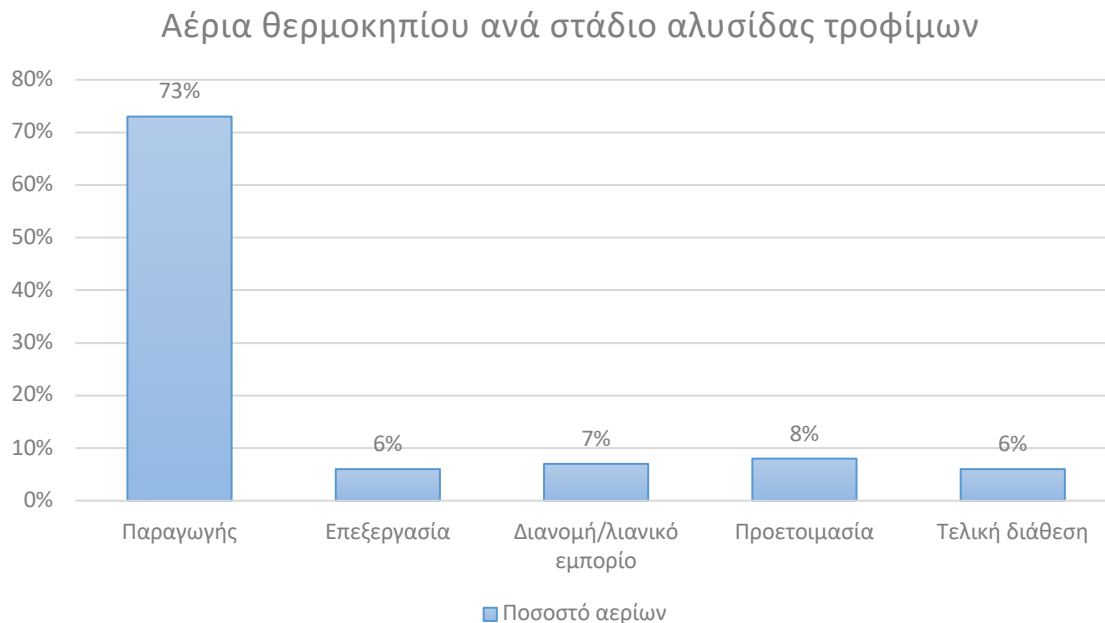
Είναι αποδεδειγμένο ότι τα τρόφιμα, είτε φυτικής είτε ζωικής προέλευσης, επηρεάζουν αρνητικά το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη μέσω του κύκλου ζωής τους από την παραγωγή μέχρι την τελική τους κατανάλωση. Λόγω της ταυτόχρονης αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού και της ζήτησης ζωικών προϊόντων παρατηρείται αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και μείωση των φυσικών πόρων. Όλες οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την παραγωγή και επεξεργασία (παραγωγή, μεταφορά, επεξεργασία, συντήρηση, μαγείρεμα) των τροφίμων απαιτούν ενέργεια και ως εκ τούτου επιβαρύνουν την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου. Η επιβάρυνση αυτή εξαρτάται από το είδος του τροφίμου αλλά και από την διαδικασία που ακολουθείται από το στάδιο της παραγωγής μέχρι το πιάτο του καταναλωτή.

Όσον αφορά στο τελικό στάδιο του κύκλου ζωής των τροφίμων, στις περισσότερες χώρες τα απόβλητα αυτών καταλήγουν στις χωματερές με αποτέλεσμα την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου λόγω της υψηλής βιοδιασπασιμότητάς τους. Οι εκπομπές αυτές θεωρούνται χαμένες ή μάταιες εκπομπές εφόσον συνδέονται με τρόφιμα που σπαταλώνται (Abeliotis et al., 2015).

Υπολογίζεται ότι περίπου 88 εκατομμύρια τόνοι τροφίμων (περίπου το 20% του συνόλου των παραγόμενων τροφίμων) σπαταλούνται ετησίως από τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εξαιρουμένων των τροφίμων που προορίζονται για ζωοτροφές. Αυτά τα απόβλητα ευθύνονται για την παραγωγή 186 εκατομμυρίων τόνων ισοδύναμου CO₂. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις διαφέρουν ανάλογα με την κατηγορία των τροφίμων. Για παράδειγμα το κρέας έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στην κλιματική αλλαγή σε σχέση με άλλα προϊόντα παρόλο που το σύνολο των απορριμμάτων τροφίμων περιέχει μικρότερα ποσοστά υπολειμμάτων κρέατος σε σχέση με υπολείμματα άλλων τροφίμων (EEA, 2020). Γενικότερα παρατηρείται ότι το κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα ως συστατικά των αποβλήτων τροφίμων, έχουν μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίπτωση σε σχέση με άλλα είδη τροφίμων.

Όπως απεικονίζεται και στο γράφημα 4, το 73% των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τρόφιμα σχετίζονται με το στάδιο της παραγωγής των τροφίμων, το 6% με το στάδιο της επεξεργασίας, το 7% με το στάδιο της διανομής και του λιανικού εμπορίου και το 8% με το στάδιο της προετοιμασίας και κατανάλωσης, ενώ 6% με την τελική διάθεση των αποβλήτων τροφίμων (EEA, 2020).

Τα απόβλητα τροφίμων στις επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών τροφίμων δημιουργούνται κατά την προετοιμασία (π.χ. φλούδες λαχανικών και φρούτων, τσόφλια αυγών, υπολείμματα κρέατος), από τον κακό προγραμματισμό που οδηγεί σε υπερπαραγωγή και στην αδυναμία πώλησης (ERS – Greece, 2015).



Γράφημα 4: Ποσοστό παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου στα διάφορα στάδια της αλυσίδας τροφίμων (EEA, 2020).

Κατά την περίοδο 2010 έως 2016 εκτιμάται ότι η παγκόσμια απώλεια και σπατάλη τροφίμων αντιστοιχούσε στο 8-10% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (IPCC, 2019.)

Επιπλέον, η απώλεια και η σπατάλη τροφίμων δεν έχει αντίκτυπο μόνο στην απώλεια των φυσικών πόρων αλλά και οικονομικές απώλειες σε όλους του φορείς που εμπλέκονται στην τροφική αλυσίδα, από τον αγρότη μέχρι και τον τελικό καταναλωτή (EEA, 2020).

2.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΕ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Οι προσπάθειες για την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων στις αναπτυγμένες χώρες επικεντρώνονται στην υιοθέτηση νέων πλαισίων πολιτικής και νομοθεσίας. Οι πρακτικές πρόληψης δημιουργίας και επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων τροφίμων είναι πιο εύκολο να ακολουθηθούν αν προσφέρουν κάποιο οικονομικό όφελος ή αν υπάρχει υποχρέωση συμμόρφωσης με κάποια νομοθεσία. Για παράδειγμα, τα υψηλά τέλη συλλογής με βάση τον όγκο έχουν αποδειχθεί αποτελεσματική επιλογή για τη μείωση της παραγωγής απορριμμάτων

τροφίμων. Επειδή είναι δύσκολο να υιοθετηθούν νομοθετικές πράξεις που να αναγκάζουν άμεσα τους ανθρώπους να λαμβάνουν μέτρα για την πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων και να είναι περιβαλλοντικά «υπεύθυνοι», μπορούν πιο εύκολα να επιβληθούν οικονομικές επιβαρύνσεις ως αποτρεπτικό μέσο για τη σπατάλη τροφίμων. Έτσι, η νομοθεσία που αναφέρεται σε υποχρεωτική αναφορά δεδομένων αποβλήτων σε επιχειρήσεις τροφίμων, υψηλές εισφορές υγειονομικής ταφής και συστήματα πληρωμής «πληρώνεις όσο πετάς» εμμέσως βοηθάει στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων (FAO 2013α).

Η αναθεώρηση των κανονισμών για τις αισθητικές απαιτήσεις (όσον αφορά το σχήμα και το μέγεθος) για τα φρούτα και τα λαχανικά είναι σημαντική για τη ρύθμιση μιας αποτελεσματικής στρατηγικής για την πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων. Υπάρχουν κανονισμοί που με βάση αυτούς γίνεται διάκριση των προϊόντων σε υψηλής ποιότητας, πρώτης και δεύτερης κατηγορίας. Εκτός αυτού υπάρχουν και συμφωνίες μεταξύ αγροτών και εμπόρων για καλοσχηματισμένα και «όμορφα» φρούτα και λαχανικά με αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες ασφαλών τροφίμων να πετιέται πριν φτάσει στο ράφι των καταστημάτων μόνο και μόνο λόγω «εμφάνισης». Αυτά τα ζητήματα πρέπει να ρυθμιστούν μέσω νέων κανονισμών και οι καταναλωτές να αγοράζουν προϊόντα με βάση τη διατροφική τους αξία και όχι με βάση την εμφάνισή τους. Σε αυτή τη προσπάθεια απαιτείται συμμετοχή και από τους νομοθέτες και από τους εμπόρους τροφίμων ώστε να καταργηθούν οι απαιτήσεις ποιότητας και να περιοριστούν οι απώλειες προϊόντων μετά τη συγκομιδή (FAO 2013α).

2.3.1 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ «Περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων» αποσκοπεί, στην κατά το δυνατόν πρόληψη ή μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της υγειονομικής ταφής στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, το έδαφος, την ατμόσφαιρα ή την ανθρώπινη υγεία και το πραγματοποιεί με τη θέσπιση αυστηρών τεχνικών απαιτήσεων. Η οδηγία αυτή **τροποποιήθηκε με την οδηγία 2018/850/ΕΕ**, προκειμένου να στηριχθεί η μετάβασή της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην Κυκλική Οικονομία. Με την τροποποίηση αυτή:

- Θεσπίζονται περιορισμοί στην υγειονομική ταφή, από το 2030 για όλα τα απόβλητα που είναι κατάλληλα για ανακύκλωση ή ανάκτηση άλλων υλικών η ενέργειας,

- Επιδιώκεται μείωση της ποσότητας των αστικών αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής στο 10% έως το 2035 ,
- Θεσπίζονται κανόνες σχετικά με την αποτίμηση της επίτευξης των στόχων για τα αστικά απόβλητα και απαιτούνται από τις χώρες της ΕΕ να καθιερώσουν ένα αποτελεσματικό σύστημα ποιοτικού ελέγχου και ανιχνευσιμότητας των αστικών αποβλήτων που διατίθενται με υγειονομική ταφή.
- Απαιτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε συνεργασία με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, να συντάσει, 3 έτη από κάθε προθεσμία, εκθέσεις έγκαιρης προειδοποίησης για τον εντοπισμό ανεπαρκειών στην επίτευξη των στόχων και για προτεινόμενες δράσεις που πρέπει να αναληφθούν
- Δίνεται η δυνατότητα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να χρησιμοποιούν οικονομικά μέσα και άλλα μέτρα για να ενισχύουν την εφαρμογή της ιεράρχησης των αποβλήτων που θέσπισε η οδηγία 2008/98/ΕΚ».

Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ «περί αποβλήτων και κατάργηση ορισμένων οδηγιών» με την οποία θεσπίζονται μέτρα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας εμποδίζοντας ή μειώνοντας τις αρνητικές επιπτώσεις της παραγωγής και της διαχείρισης αποβλήτων, και περιορίζοντας τον συνολικό αντίκτυπο της χρήσης των πόρων και βελτιώνοντας την αποδοτικότητά της. **Η οδηγία αυτή τροποποιήθηκε με τον κανονισμό 2018/851/ΕΚ** με τον οποίο θεσπίζονται μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας, προλαμβάνοντας ή μειώνοντας την παραγωγή αποβλήτων, τις αρνητικές συνέπειες της παραγωγής και της διαχείρισης αποβλήτων και περιορίζοντας τον συνολικό αντίκτυπο της χρήσης των πόρων και βελτιώνοντας την αποδοτικότητά της, κάτι που έχει καθοριστική σημασία για τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία και για την εξασφάλιση της μακροπρόθεσμης ανταγωνιστικότητας της Ένωσης.».

Ο κανονισμός 2002/178/ΕΚ περί καθορισμού των γενικών αρχών και απαιτήσεων της νομοθεσίας για τα τρόφιμα, για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων και τον καθορισμό διαδικασιών σε θέματα ασφαλείας των τροφίμων.

2.3.2 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Ο Νόμος 4042/2012 (ΦΕΚ 24/τ.Α/13-02-2012): «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος - Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/99/ΕΚ - πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/98/ΕΚ - Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».

Η ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572/τ.Β/16-12-2002): «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων»

Ο Νόμος 4685/20 (ΦΕΚ 92/τ.Α/7-5-2020): «Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Ο Νόμος 4819/2021 (ΦΕΚ 129/τ.α/23-7-2021): «Ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων - Ενσωμάτωση των Οδηγιών 2018/851 και 2018/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ περί αποβλήτων και της Οδηγίας 94/62/ΕΚ περί συσκευασιών και απορριμμάτων συσκευασιών, πλαίσιο οργάνωσης του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης, διατάξεις για τα πλαστικά προϊόντα και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, χωροταξικές - πολεοδομικές, ενεργειακές και συναφείς επείγουσες ρυθμίσεις».

Ο Νόμος αυτός τροποποιήθηκε από τον Νόμο 4843/2021 (ΦΕΚ 193/τ.α/20-10-2021): «Ενσωμάτωση της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Δεκεμβρίου 2018 «σχετικά με την τροποποίηση της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση», προσαρμογή στον Κανονισμό 2018/1999/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Δεκεμβρίου 2018 σχετικά με τη διακυβέρνηση της Ενεργειακής Ένωσης και της Δράσης για το Κλίμα και στον κατ' εξουσιοδότηση Κανονισμό 2019/826/ΕΕ της Επιτροπής, της 4ης Μαρτίου 2019, «για την τροποποίηση των Παραρτημάτων VIII και IX της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με το περιεχόμενο των περιεκτικών αξιολογήσεων του δυναμικού αποδοτικής θέρμανσης και ψύξης» και συναφείς ρυθμίσεις για την ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα, καθώς και την ενίσχυση των Ανανεώσιμων

Πηγών Ενέργειας και του ανταγωνισμού στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, και άλλες επείγουσες διατάξεις».

3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΔΥΟ ΒΑΣΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ

Σύμφωνα με στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας FAO του έτους 2011, το ένα τρίτο από όλα τα τρόφιμα που παράγονται παγκόσμια, χάνεται ή σπαταλάται στη διαδρομή του από τη φάρμα στο πιάτο. Κατά την περίοδο 2010-2016 η σπατάλη τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο αντιστοιχούσε στο 8-10% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών. Εκτός από το αντίκτυπο αυτής της σπατάλης στην παγκόσμια οικονομία και στη διαθεσιμότητα τροφίμων είναι σαφείς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχουν προκύψει (FAO, 2013). Εκτιμάται ότι αν οι συνολικές παγκόσμιες εκπομπές από την απώλεια και σπατάλη τροφίμων – περίπου 3,3 δισεκατομμύρια τόνοι- απελευθερώνονταν από μια μόνο χώρα, τότε αυτό το έθνος θα ήταν η τρίτη μεγαλύτερη πηγή ρύπανσης μετά την Κίνα και τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (HM Government 2018, UNEP 2021).

Το 21-37% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου εκτιμάται ότι οφείλεται στην αλυσίδα τροφίμων και είναι αποτέλεσμα της χρήσης διαφόρων πηγών ενέργειας. Τα αέρια του θερμοκηπίου προέρχονται είτε από τη χρήση της γεωργικής γης, την κτηνοτροφία, την αλλαγή χρήσεων γης όπως για παράδειγμα η αποψίλωση δασών για δημιουργία γεωργικών εκτάσεων, είτε από τις διαδικασίες που ακολουθούνται κατά την αποθήκευση, μεταφορά, συσκευασία, μεταποίηση, λιανικό εμπόριο και τελική κατανάλωση των γεωργικών – κτηνοτροφικών προϊόντων.

Η μεταφορά των τροφίμων παίζει σημαντικό ρόλο στη χρήση ενέργειας. Στα πλαίσια της βιομηχανικής γεωργίας ενθαρρύνεται η απομακρυσμένη μεταφορά γεωργικών προϊόντων προκαλώντας αυξημένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου αφού τα φορτηγά ψυγεία, τα λοιπά μέσα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων απαιτούν όλα κατανάλωση ενέργειας. Μελέτη που έγινε στις ΗΠΑ αναφέρει ότι το αποτύπωμα άνθρακα που σχετίζεται με τη μεταφορά ποικίλει από ελάχιστα έως και 50% του συνολικού αποτυπώματος άνθρακα.

Οι διατροφικές προτιμήσεις επίσης παίζουν ρόλο στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα δυτικά πρότυπα διατροφής, η υπερκατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων κτηνοτροφικών προϊόντων, ζάχαρης και λίπους επιφέρουν αυξημένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η κατανάλωση τροφίμων φυτικής προέλευσης σχετίζεται με χαμηλότερες περιβαλλοντικές

επιπτώσεις ενώ η διατροφή με βάση το κρέας με υψηλότερες, οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του κρέατος που καταναλώνεται. Ωστόσο υπάρχει διαφορά μεταξύ των τροφίμων φυτικής και ζωικής προέλευσης στη σύστασή τους με θρεπτικά συστατικά. Για παράδειγμα 100γρ. βόειου κρέατος έχει κατά 2,5 μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σίδηρο από ότι η ίδια ποσότητα φασολιών (IPCC, 2019).

Οι δραστηριότητες στη γεωργία είναι αιτία εκπομπής σημαντικών συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου, αλλά και οι λοιπές δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας τροφίμων εκπέμπουν σημαντικές συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου διότι απαιτούν χρήση ενέργειας. Οι συγκεντρώσεις αυτών των εκπομπών ποικίλουν ανάλογα με το είδος του τροφίμου. Για παράδειγμα η παραγωγή τροφίμων ζωικής προέλευσης όπως είναι το κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, εκπέμπει μεγαλύτερη ποσότητα GHG σε σχέση με την ποσότητα που παράγεται από τις γεωργικές δραστηριότητες. Πρόκειται κυρίως για προϊόντα που προέρχονται από ζώα μηρυκαστικών όπως τα βοοειδή, λόγω των διεργασιών εντερικής ζύμωσης κατά τις οποίες εκλύονται μεγάλες εκπομπές μεθανίου (IPCC, 2019).

Επιπλέον, σύμφωνα με αναφορά της WWF στην έκθεση Living Planet 2010, οι πόροι της γης καταναλώνονται με ταχύτερο ρυθμό από αυτόν που μπορούν να αναπληρωθούν, με αποτέλεσμα να καταστρέφονται τα συστήματα από τα οποία εξαρτάται η αλυσίδα τροφίμων και τα δύο τρίτα των οικοσυστημάτων μας, συμπεριλαμβανομένων των ποταμών, των λιμνών, των δασών και των ωκεανών να βρίσκονται σε παρακμή (Charagain and James, 2011).

Είναι γενικότερα αποδεκτό ότι εάν το φαγητό και το ποτό έχει τη σωστή «διαχείριση», τότε δεν θα υπάρχει σπατάλη ή απώλεια τροφίμων και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις θα μειωθούν και συνεπώς θα μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού. Επομένως, πόροι που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με άλλους τρόπους. Για παράδειγμα το νερό που εξοικονομείται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναπλήρωση υδροφορέων (Charagain and James, 2011). Είναι αναγκαία λοιπόν η κατανόηση της σύνδεσης μεταξύ των ποσοστών σπατάλης και των πόρων που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία παραγωγής αυτών των αγαθών (Charagain and James, 2011).

Είναι γενικότερα αποδεκτό ότι το περιβαλλοντικό κόστος απο την απώλεια ενός τροφίμου είναι μεγαλύτερο όταν αυτή η απώλεια συμβαίνει σε προχωρημένο στάδιο της τροφικής αλυσίδας (Liberti et al., 2018).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο προσδιορισμός του υδατικού αποτυπώματος και του αποτυπώματος άνθρακα των τροφίμων. Πρόκειται για δύο βασικούς δείκτες που χρησιμοποιούνται για να βρούμε το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός προϊόντος, δηλαδή τις επιπτώσεις στην γη, το νερό και την ατμόσφαιρα απο τις δραστηριότητες που απαιτούνται για την παραγωγή του, την κατανάλωσή του και τη διάθεση αποβλήτων αυτού.

Η πληροφορία του περιβαλλοντικού αποτυπώματος μπορεί να χρησιμοποιείται απο καταναλωτές, πωλητές τροφίμων, προμηθευτές, παραγωγούς, περιβαλλοντικές οργανώσεις, υπηρεσίες ύδρευσης και κυβερνήσεις προκειμένου να γίνει:

- Προσδιορισμός τροφίμων με υψηλές και χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- Βελτίωση της διαχείρισης των φυσικών πόρων
- Κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η αλυσίδα τροφίμων μπορεί να συμβάλλει στην ευρύτερη περιβαλλοντική ανάπτυξη
- Υποστήριξη δραστηριοτήτων για την πρόληψη της σπατάλης τροφίμων (Charagain and James, 2011).

Το υψηλότερο αποτύπωμα άνθρακα της σπατάλης τροφίμων εμφανίζεται στη φάση της κατανάλωσης (37%) και περιλαμβάνει την κατανάλωση ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις φάσεις της τροφικής αλυσίδας, απο την καλλιέργεια, αποθήκευση, επεξεργασία, διανομή, μαγείρεμα. Στο τέλος πρέπει να συνυπολογίζεται και η ενέργεια που σπαταλάται στο τέλος ζωής τους όπως για παράδειγμα κατά την υγειονομική ταφή τους (FAO, 2013β). Επομένως όσο αργότερα χάνεται ένα προϊόν κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας, τόσο υψηλότερο είναι το περιβαλλοντικό του κόστος (Liberti et al., 2018).

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας υπογραμμίζει το μέγεθος του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των αποβλήτων τροφίμων και με την ανάπτυξη του έργου Foodwastage Footprint (FWF) γίνεται προσπάθεια να απαντηθούν ερωτήματα που έχουν να κάνουν με το ποιές είναι οι επιπτώσεις στους φυσικούς πόρους, απο πού προέρχονται. Για να απαντηθούν αυτές οι ερωτήσεις ο FAO έκανε μία έργασία στην οποία ανέλυσε τα αποτυπώματα των αποβλήτων τροφίμων ανά περιοχές, προϊόντα ή φάσεις της αλυσίδας τροφίμων. Για την

περιβαλλοντική αξιολόγηση όλων των προϊόντων με βάση τον κύκλο ζωής δηλαδή όλα τα στάδια από την παραγωγή τους μέχρι την κατανάλωση και το τέλος ζωής τους. Η αξιολόγηση έγινε με την μέτρηση τεσσάρων δεικτών μέτρησης, του αποτυπώματος άνθρακα, του υδατικού αποτυπώματος, της υποβάθμισης γης και του αντίκτυπου στη βιοποικιλότητα (FAO, 2013β). Με το έργο αυτό υπολογίζεται ο αντίκτυπος της σπατάλης τροφίμων σε φυσικούς πόρους, νερό και βιοποικιλότητα. Περιλαμβάνει υπολογισμό των φυσικών πόρων που χρησιμοποιούνται καθώς επίσης και υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλη την τροφική αλυσίδα από την καλλιέργεια έως την διανομή τροφίμων που τελικά δεν καταναλώνονται (FAO, 2013β).

3.1. ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

Το νερό αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα συστατικά για τη θρέψη ζώων και φυτών. Τα ποτάμια, οι λίμνες, τα υπόγεια ύδατα και οι υδροφόροι ορίζοντες αποτελούν σημαντικές πηγές νερού για την άρδευση. Τόσο η ανάγκη για αυξημένη παραγωγή τροφίμων όσο και η σπατάλη τροφίμων επηρεάζουν την ποσότητα και ποιότητα του νερού που είναι διαθέσιμο σε μια περιοχή. Η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων καθώς και τα στραγγίσματα από τις χωματερές, επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων. Άλλη μια πηγή ρύπανσης είναι οι βιομηχανίες τροφίμων που απορρίπτουν σε χώρους υγειονομικής ταφής τα υπολείμματα που δημιουργούνται από την παραγωγή τους (Cibelli et al, 2021).

Το υδατικό αποτύπωμα (water footprint) ορίζεται ως ο όγκος νερού που απαιτείται (άμεσα ή έμμεσα) για την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών. Το 1990 ο καθηγητής Tony Allan επινόησε τον όρο «εικονικό νερό» σε μια προσπάθεια του να αναλύσει την ασφάλεια του νερού στη Μέση Ανατολή και στη Βόρεια Αμερική (Charagain and James, 2011). Η ιδέα του υδατικού αποτυπώματος εισήχθη από τον Arjen Hoekstra το 2002. Η ιδέα είναι ανάλογη με το οικολογικό αποτύπωμα, αλλά υποδηλώνει χρήση νερού αντί για χρήση γης (Hoekstra, 2008).

Το υδατικό αποτύπωμα είναι ένας σύνθετος δείκτης χρήσης του γλυκού νερού (επιφανειακού και υπόγειου) που εξετάζει την άμεση χρήση αυτού από τον καταναλωτή ή τον παραγωγό αλλά και την έμμεση χρήση αυτού (Hoekstra, 2008, Charagain and James, 2011). Περιλαμβάνει ποσοτικά, ποιοτικά, γεωγραφικά και χρονικά στοιχεία και αποτελεί ένα νέο εργαλείο για την

αιφορική διαχείριση των υδατικών πόρων. Υπάρχει η δυνατότητα το υδατικό αποτύπωμα να εκφραστεί σε ατομική κατανάλωση αλλά και σε επίπεδο προϊόντος ή ακόμα και κράτους. Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει και το καινοτόμο στοιχείο ότι μπορεί να υπολογίσει την συνολική ποσότητα του νερού που καταναλώνει ένα κράτος, δηλαδή ακόμα και εκείνες τις ποσότητες που δαπανούνται στο εξωτερικό για την παραγωγή των προϊόντων που εισάγονται (Hoekstra, 2008). Γενικότερα το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος είναι το άθροισμα των υδατικών αποτυπωμάτων των βημάτων των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν για την παραγωγή ενός προϊόντος. Το υδατικό αποτύπωμα σε μια γεωγραφικά οριοθετημένη περιοχή είναι ίσο με το άθροισμα των υδατικών αποτυπωμάτων που ακολουθούνται σε αυτή τη περιοχή (Mekonnen and Hoekstra, 2011).

Το υδατικό αποτύπωμα διακρίνεται σε **τρία χρωματικά είδη**: 1) **Το πράσινο νερό**, που είναι το νερό που εξατμίζεται από την υγρασία του εδάφους και αναπληρώνεται από την βροχή, 2) **το μπλε νερό**, που είναι το νερό που προέρχεται από υπόγειες ή επιφανειακές πηγές νερού και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενός προϊόντος 3) **Το γκρίζο νερό** που είναι το ρυπασμένο – μολυσμένο νερό που προκύπτει από τη χρήση του μπλε νερού. Το γκρίζο νερό αναφέρεται στη ρύπανση και ορίζεται ως ο όγκος του γλυκού νερού που απαιτείται για την αφομοίωση του φορτίου των ρύπων δεδομένων των φυσικών συγκεντρώσεων στο περιβάλλον και της υφιστάμενης ποιότητας του νερού (Mekonnen and Hoekstra, 2012).

Από τα τρία είδη, το πράσινο νερό είναι το πλέον συζητούμενο, ενώ οι πόροι του μπλε νερού θεωρούνται περιορισμένοι. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO υπολογίζεται ότι η ποσότητα μπλε νερού που χρησιμοποιείται στην παραγωγή τροφίμων και καταλήγει ως απόβλητο είναι σχεδόν 250 δισεκατομμύρια λίτρα, δηλαδή 1,5 φορές τον όγκο της Νεκράς Θάλασσας. Η υπερβολική χρήση του μπλε νερού στην αρδευόμενη γεωργία μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά περιβαλλοντικά θέματα όπως εξάντληση υδάτινων πόρων, αλάτωση, και υποβάθμιση του εδάφους (FAO, 2013). Με αλλαγές στα πρότυπα της καλλιέργειας είναι εφικτή η μείωση ζήτησης μπλε και πράσινου νερού (Cibelli et al., 2021).

Το ενδιαφέρον για το υδατικό αποτύπωμα αυξήθηκε γρήγορα μετά την εισαγωγή του στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία και το 2007 υπήρξαν πολλές μεγάλες και επώνυμες εταιρείες τροφίμων που συνειδητοποίησαν την εξάρτησή τους από το νερό.

Το 2008 ο Hoekstra, καθηγητής διαχείρισης νερού στο Πανεπιστήμιο του Twente, μαζί με άλλους κορυφαίους παγκόσμιους παράγοντες ίδρυσαν το Water Footprint Network με στόχο να δείξουν ότι με την Αξιολόγηση του Υδατικού Αποτυπώματος θα ξεπεραστούν οι προκλήσεις της μη βιώσιμης χρήσης του νερού (www.waterfootprint.org, 2021).

3.1.1 Υπολογισμός υδατικού αποτυπώματος

Η ευπάθεια του τοπικού συστήματος ύδρευσης και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των καταναλωτών του νερού ορίζουν τις τοπικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κατανάλωσης του νερού. Το υδατικό αποτύπωμα δίνει σαφείς πληροφορίες για την καταλληλότητα του νερού για συγκεκριμένους σκοπούς, σε συγκεκριμένο χρόνο και τόπο. Μπορεί να βοηθήσει στη βιώσιμη και δίκαιη χρήση και κατανομή του νερού αφού αποτελεί καλή βάση για την τοπική εκτίμηση περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών κινδύνων και επιπτώσεων (Charagain and James, 2011).

Ο υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος επιτρέπει τη σύγκριση των απαιτήσεων νερού για την παραγωγή διαφορετικών προϊόντων ή ακόμα και τη σύγκριση των απαιτήσεων νερού για την παραγωγή ενός συγκεκριμένου προϊόντος αλλά σε διαφορετικές περιοχές ή διαφορετικά συστήματα παραγωγής. Για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της χρήσης του νερού σε τοπικό επίπεδο το υδατικό αποτύπωμα πρέπει να αξιολογείται σε σχέση και με τα αποθέματα νερού της περιοχής αλλά και της ικανότητας αφομόιωσης των αποβλήτων (Gerbens-Leenes et al., 2013).

Για τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος υπάρχουν δύο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι. Η μία είναι αυτή που αξιολογεί τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος (LIFE CYCLE ASSESSMENT - LCA) η οποία είναι μια μέθοδος που ποσοτικοποιεί τις επιπτώσεις των σταδίων παραγωγής τροφίμων στο περιβάλλον ή στους φυσικούς πόρους και η άλλη είναι αυτή που αξιολογεί το αποτύπωμα του νερού (WATER FOOTPRINT ASSESSMENT - WFA) και έχει σχεδιαστεί για να ποσοτικοποιεί την άμεση και έμμεση χρήση του νερού από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση του προϊόντος. Η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων είναι ότι η πρώτη εστιάζει στις επιπτώσεις που συνδέονται με τη χρήση του νερού και το δεύτερο σχετίζεται με τον όγκο του νερού (Fresán et al., 2019, FAO 2013a). Μεταξύ αυτών η ευρέως

αποδεκτή ιδέα απο τη διεθνή κοινότητα είναι αυτή της αξιολόγησης του υδατικού αποτυπώματος (FAO 2013α).

Το υδατικό αποτύπωμα ποικίλει μεταξύ των διάφορων καλλιεργειών ανάλογα με τον τύπο της καλλιέργειας και την περιοχή παραγωγής (Mekonnen and Hoekstra, 2011). Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) παρουσιάζεται το μέσο παγκοσμιο υδατικό αποτύπωμα βασικών ομάδων τροφίμων όπως υπολογίζονται στην ιστοσελίδα του waterfootprint.org.

Πίνακας 1. Μέσο παγκόσμιο υδατικό αποτύπωμα (www.waterfootprint.org, 2021)	
Είδος τροφίμου	Υδατικό αποτύπωμα
Πατάτα	290 λίτρα/κιλό
Τσιπς πατάτας	1040 λίτρα/κιλό
Χοιρινο κρέας	5990 λίτρα/κιλό
Πίτσα Μαργαρίτα	1260λίτρα/750 γρ
Ζυμαρικά	1827λίτρα/κιλό
Γάλα	1020 λίτρα/κιλό
Γάλα σε σκόνη	940 λίτρα/κιλό
Κατσικίσιο κρέας	5520 λίτρα/κιλό
Αυγά	3300 λίτρα/κιλό
Κρέας κοτόπουλου	4330 λίτρα/κιλό
Βοδινό κρέας	15400 λίτρα/κιλό
Μπύρα απο βαρέλι	1420 λίτρα/κιλό
Σοκολάτα	20.000 λίτρα/κιλό
Τσάι	8.860 λίτρα/κιλό
Ντομάτες	214 λίτρα/κιλό
Κόκκινο κρασί	109λίτρα/125ml
Μπανάνες	790 λίτρα/κιλό

Μελέτες που έγιναν σχετικά με το παγκόσμιο αποτύπωμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων δείχνουν ότι η γεωργία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε αυτό αφού η κατανάλωση γεωργικών προϊόντων είναι υπεύθυνη για το 92% του υδατικού αποτυπώματος της ανθρωπότητας. Για το λόγο αυτό οι εργασίες μοντελοποίησης επικεντρώνονται στη φάση της γεωργικής παραγωγής. Τα υδατικά αποτυπώματα των προϊόντων καλλιεργειών μπορεί να διαφέρουν απο περιοχή σε περιοχή και απο χώρα σε χώρα, κυρίως λόγω των διαφορών στις αποδόσεις των καλλιεργειών. Έτσι για παράδειγμα η Ευρώπη παρουσιάζει σχετικά μικρά αποτυπώματα νερού στις καλλιέργειες δημητριακών σε σχέση με την Αφρική (FAO, 2013α).

Τα προϊόντα ζωϊκής προέλευσης παρουσιάζουν μεγαλύτερο υδατικό αποτύπωμα σε σχέση με τις καλλιέργειες. Το μεγαλύτερο μέρος αυτού οφείλεται στις ζωοτροφές και ένα μικρό μερίδιο οφείλεται στο νερό που καταναλώνεται για πόσιμο στα ζώα. Εκτός από την ποιότητα των ζωοτροφών και η προέλευση αυτών επηρεάζει το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος ζωϊκής προέλευσης αφού οι κλιματικές συνθήκες και οι γεωργικές πρακτικές διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή (FAO, 2013β). Τα δεδομένα για το αποτύπωμα νερού των ψαριών και των θαλασσινών δεν είναι πολλά. Θεωρείται ότι η υφάλμυρη και θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια δεν είναι υδατοκαταναλωτική. Όσον αφορά όμως την ιχθυοκαλλιέργεια γλυκού νερού μπορεί να ευθύνεται για την κατανάλωση μικρών ποσοτήτων νερού μέσω της εξάτμισης ή μέσω των πρωτογενών προϊόντων που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των ψαριών (FAO, 2013β).

Το υδατικό αποτύπωμα του κτηνοτροφικού τομέα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη αφού το ένα τρίτο του νερού που καταναλώνεται στη γεωργία αφορά ζωικά προϊόντα. Τα ζωϊκά προϊόντα έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε κατανάλωση νερού σε σύγκριση με τα φυτικά τρόφιμα (Gerbens-Leenes et al., 2013). Το υδατικό αποτύπωμα οποιουδήποτε ζωϊκού προϊόντος είναι μεγαλύτερο από αυτό των φυτικών προϊόντων με ισοδύναμη θρεπτική αξία. Το μέσο υδατικό αποτύπωμα ανά θερμίδα για το βόειο κρέας είναι 20 φορές μεγαλύτερο από αυτό των δημητριακών και των αμυλώδων ριζών. Το υδατικό αποτύπωμα ανά γραμμάριο πρωτεΐνης για το γάλα, τα αυγά και το κρέας κοτόπουλου είναι 1,5 φορές μεγαλύτερο από ότι για τα όσπρια. Για το μεγάλο υδατικό αποτύπωμα που παρουσιάζουν τα προϊόντα ζωϊκής προέλευσης είναι σε μεγάλο βαθμό η δυσμενής απόδοση μετατροπής των ζωοτροφών. Επιπλέον όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τα υδατικά αποτυπώματα των προϊόντων ζωϊκής προέλευσης ποικίλουν σημαντικά ανάλογα με την προέλευσή τους και τα συστήματα παραγωγής τους. Ο τύπος του συστήματος παραγωγής έχει μεγάλη σημασία για το μέγεθος, τη σύνθεση και τη γεωγραφική εξάπλωση του αποτυπώματος επειδή καθορίζεται από την αποτελεσματικότητα μετατροπής των ζωοτροφών, τη σύνθεση και την προέλευση των ζωοτροφών. Στις διάφορες χώρες λόγω των διαφορών στο κλίμα και τις γεωργικές πρακτικές υπάρχουν διαφορές στο υδατικό αποτύπωμα των ζωοτροφών. Για παράδειγμα η Ολλανδία έχει μικρότερο υδατικό αποτύπωμα για τα περισσότερα προϊόντα ζωϊκής προέλευσης σε σχέση με τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, οι οποίες με τη σειρά τους έχουν χαμηλότερα από αυτά της Ινδίας. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί, αφού στην Ολλανδία το υδατικό αποτύπωμα ανά τόνο ζωοτροφής είναι χαμηλότερο από αυτό των άλλων δύο χωρών.

Το μεγάλο αποτύπωμα στην Ινδία οφείλεται στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν εκεί και στις κακές γεωργικές πρακτικές που ακολουθούνται (Mekonnen and Hoekstra, 2012).

3.1.2 Υδατικό αποτύπωμα προϊόντων ζωϊκής προέλευσης

Απο μελέτη που διεξήχθη απο τους Mekonnen και Hoekstra (2013) σε παγκόσμιο επίπεδο έγινε σύγκριση του υδατικού αποτυπώματος των ζωικών προϊόντων σε διαφορετικές χώρες και σε διαφορετικά συστήματα παραγωγής. Στη μελέτη αυτή εξετάστηκαν οι διαφορές μεταξύ του κρέατος των πουλερικών, του χοιρινού και του μοσχαρίσιου κρέατος, μεταξύ τριών συστημάτων παραγωγής: τα βοσκοτόπια, τα μικτά και τα βιομηχανικά συστήματα παραγωγής και μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών. Παρατηρούνται τρεις κύριοι παράγοντες απο τους οποίους εξαρτάται το υδατικό αποτύπωμα του κρέατος: Η αποτελεσματικότητα της ζωοτροφής, δηλαδή η ποσότητα του κρέατος που παράγεται ανάλογα με το είδος της ζωοτροφής που χρησιμοποιείται, η σύνθεση των ζωοτροφών και η προέλευση των ζωοτροφών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης το υδατικό αποτύπωμα συγκεκριμένου κομματιού κρέατος καθορίζεται απο την ποσότητα του νερού που δαπανάται και απο τη ρύπανση που δημιουργείται σε κάθε στάδιο εντός της αλυσίδας εφοδιασμού του. Τα στάδια στα οποία παρατηρείται υψηλή καταναλωση νερού είναι η παραγωγή ζωοτροφών, η κατανάλωση νερού απο τα ζώα, η χρήση του νερού στο αγρόκτημα και στο σφαγείο. Απο αυτές τις διαδικασίες, η σημαντικότερη φαίνεται να είναι η παραγωγή ζωοτροφών. Έτσι το υδατικό αποτύπωμα του κρέατος εξαρτάται απο την ποσότητα ζωοτροφής που καταναλώνουν τα ζώα σε σύγκριση με την απόδοση σε κρεατοπαραγωγή, τη σύνθεση των ζωοτροφών και την προέλευση αυτών.

Επίσης το υδατικό αποτύπωμα επηρεάζεται και απο το κλίμα που επικρατεί στις διάφορες περιοχές σε συνδυασμό με την κατάσταση του εδάφους και με τις γεωργικές πρακτικές που ακολουθούνται. Φαίνεται πως η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται στα στάδια της υπόλοιπης αλυσίδας εφοδιασμού μέχρι την τελική κατανάλωση είναι ένα μικρό μέρος του υδατικού αποτυπώματός τους. Όσον αφορά στο υδατικό αποτύπωμα για το κρέας που προέρχεται απο πουλερικά φαίνεται ότι το βιομηχανικό σύστημα έχει μικρότερο υδατικό αποτύπωμα απο ότι το σύστημα βόσκησης. Επιπλέον, στις ΗΠΑ και στην Ολλανδία τα μικτά

συστήματα έχουν παρόμοιο υδατικό αποτύπωμα με τα βιομηχανικά συστήματα. Όσον αφορά στο υδατικό αποτύπωμα για την παραγωγή χοιρινού κρέατος δεν παρουσιάζεται μια γενική κατεύθυνση διότι υπάρχουν μεγάλες διαφορές στη σύνθεση της τροφής μεταξύ των χωρών που μελετήθηκαν. Έτσι βλέπουμε για παράδειγμα ότι στην Κίνα παρατηρείται μειωμένο το πράσινο υδατικό αποτύπωμα στα βιομηχανικά συστήματα, ενώ ακολουθούν τα μικτά και έπειτα τα συστήματα βόσκησης. Στη Βραζιλία το βιομηχανικό σύστημα παρουσιάζει μεγαλύτερο πράσινο αποτύπωμα ενώ στην Ολλανδία το πράσινο υδατικό αποτύπωμα είναι ίδιο για όλα τα συστήματα. Όσον αφορά το βόειο κρέας το πράσινο υδατικό αποτύπωμα φαίνεται να είναι μικρότερο στα βιομηχανικά συστήματα απ'ότι στα μικτά και τη βόσκηση, ενώ αντιθέτως το μπλέ και γκρι υδατικό αποτύπωμα φαίνεται να είναι μεγαλύτερο στα βιομηχανικά συστήματα και μικρότερο στα συστήματα βόσκησης. Γενικότερα διαπιστώνεται ότι τα βοοειδή παρουσιάζουν μεγαλύτερο υδατικό αποτύπωμα από ότι παρουσιάζουν τα πουλικά και το χορινό, διότι οι ζωοτροφές αποδίδουν σε κρεατοπαραγωγή περισσότερο στα κοτόπουλα και τα χοιρινά απ'ότι στα βοοειδή (Gerbens-Leenes.et al., 2013).

Τα διαφορετικά είδη κρέατος παρουσιάζουν διαφορές στο υδατικό αποτύπωμα. Σε μελέτη των Ibidhi et al., 2017, έγινε σύγκριση του υδατικού αποτυπώματος και του αποτυπώματος άνθρακα μεταξύ του κρέατος κοτόπουλου και του κρέατος από πρόβατο στην περιοχή της Τυνησίας. Διαπιστώθηκε ότι το κρέας από κοτόπουλο είναι περιβαλλοντικά προτιμότερο από το κρέας προβάτου. Μάλιστα, η παραγωγή πρόβειου κρέατος απαιτεί δύο έως και τέσσερις φορές περισσότερο νερό απ'ότι η παραγωγή κρέατος κοτόπουλου, καθώς επίσης και τρεις με δέκα φορές περισσότερη γη. Επίσης η παραγωγή του πρόβειου κρέατος συμβάλλει σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου 8-10 φορές περισσότερες απ'ότι η παραγωγή κρέατος κοτόπουλου. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι στη σύγκριση των υδατικών αποτυπωμάτων των δύο αυτών ειδών κρεάτων υπήρχε και η λεπτομέρεια της προέλευσης των ζωοτροφών. Το υδατικό αποτύπωμα των ζωοτροφών για τα κοτόπουλα αφορούσε κυρίως περιοχές εκτός Τυνησίας εφόσον αυτές ήταν εισαγόμενες, ενώ το υδατικό αποτύπωμα των ζωοτροφών των προβάτων αφορούσε την ίδια την Τυνησία (Ibidhi et al, 2017).

3.1.3 Υδατικό αποτύπωμα προϊόντων απομίμησης κρέατος

Η σχέση μεταξύ των υδατικών πόρων και των διατροφικών συνηθειών και ιδιαιτέρως της κατανάλωσης κρέατος, έχει αξιολογηθεί πολύ τελευταία. Η κατανάλωση τροφίμων ζωικής προέλευσης γίνεται σε πολλαπλάσια επίπεδα από τις συνιστώμενες ποσότητες με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα ατομικά αποτυπώματα νερού και να δημιουργούνται πολλά προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων κρεάτων. Είναι αποδεκτό ότι άνθρωποι που καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες τροφίμων φυτικής προέλευσης και περιορίζουν τη σπατάλη τροφίμων θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη διαφύλαξη των υδατικών πόρων που απαιτούνται για την ανάπτυξη των καλλιέργειών.

Οι αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες βρίσκονται στο τραπέζι πολλών συζητήσεων κυβερνήσεων προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες του αυξανόμενου πληθυσμού. Μια εναλλακτική λύση για την οποία γίνεται λόγος είναι τα προϊόντα απομίμησης κρέατος. Πρόκειται για επεξεργασμένα τρόφιμα φυτικής προέλευσης που μιμούνται τα προϊόντα κρέατος. Τα τρόφιμα αυτά συνήθως περιέχουν σόγια, δημητριακά, ξηρούς καρπούς, σπόρους και όσπρια επεξεργασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μιμούνται πραγματικά προϊόντα κρέατος όπως τα μπιφτέκια και τα λουκάνικα. Πολλές φορές η απομίμηση είναι τόσο καλή που είναι δύσκολο να καταλάβει κανείς ότι δεν πρόκειται για πραγματικό κρέας.

Τα διατροφικά οφέλη αυτών των προϊόντων έχουν να κάνουν με τις αντιοξειδωτικές και φυτικές ίνες, την μειωμένη πρόσληψη χοληστερόλης και κορεσμένων λιπαρών. Δεν είναι πολλοί οι ερευνητές που έχουν ασχοληθεί με τις επιπτώσεις των αναλόγων κρέατος και το υδατικό αποτύπωμα αυτών. Σε μελέτη των Fresán et al., 2019, αναφέρεται ότι τα ανάλογα κρέατος θα μπορούσαν να αντιπροσωπεύσουν μια βιώσιμη αντικατάσταση των τροφίμων ζωικής προέλευσης, αλλά θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι πρόκειται για επεξεργασμένα τρόφιμα η παραγωγή των οποίων έχει επίσης απαιτήσεις σε νερό και άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Fresán et al., 2019).

3.1.4. Υδατικό αποτύπωμα τροφίμων και ευαισθητοποίηση καταναλωτών

Η ανάλυση του υδατικού αποτύπου των τροφίμων και η δημοσιότητα των πληροφοριών αυτών μπορεί να αυξήσει την ευαισθητοποίηση των καταναλωτών, την κατανόηση των

περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων και να οδηγήσει στην υιοθέτηση λύσεων για την βιώσιμη χρήση του νερού. Σε μελέτη που έγινε σχετικά με το υδατικό αποτύπωμα των ζυμαρικών και της πίτσας μαργαρίτα στην Ιταλία από τους Aldaya and Hoekstra το 2010, αναλυθηκε ότι ενώ ο μέσος Ιταλός καταναλώνει κατά μέσο όρο περίπου 380 λίτρα νερού για οικιακή χρήση ημερησίως, η πραγματική κατανάλωση είναι 17 φορές μεγαλύτερη αν ληφθεί υπόψη το υδατικό αποτύπωμα για την παρασκευή του φαγητού. Το συνολικό νερό που υπολογίζεται σε κάποιες περιπτώσεις είναι 6400 λίτρα νερού/κάτοικο ημερησίως, διπλάσιο σχεδόν από τον μέσο όρο μεταξύ των υψηλότερων νούμερων στον κόσμο. Στην Ιταλία πιο δημοφιλή πιάτα είναι τα ζυμαρικά και η πίτσα μαργαρίτα. Η πίτσα μαργαρίτα φαίνεται να έχει υδατικό αποτύπωμα 1216 λίτρα και τα ζυμαρικά 1924 λίτρα/κιλό ζυμαρικών. Συγχρόνως η κακή διαχείριση του νερού στην Ιταλία είναι ευρέως διαδεδομένο ζήτημα και τα κίνητρα για την αποτροπή της υπερβολικής κατανάλωσης είναι λίγα. Στα αποτελέσματα της μελέτης αναφέρεται ότι η βελτίωση των ιταλικών προγραμμάτων άρδευσης είναι ζωτικής σημασίας αλλά εξίσου σημαντική φαίνεται να είναι και η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σχετικά με το υδατικό αποτύπωμα διαφορετικών προϊόντων. Το σιτάρι, η ντομάτα και το τυρί μοτσαρέλλα είναι από τα τρόφιμα που χρησιμοποιούνται κατά κόρον για την παρασκευή των Ιταλικών γευμάτων. Η προώθηση της βιολογικής παραγωγής, η βιολογική καταπολέμηση των παρασίτων και ο αυστηρός περιορισμός της χρήσης των συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων φαίνεται ότι θα μπορούσαν να περιορίσουν την εξάτμιση του εδάφους και να ελαχιστοποιήσουν το γκρίζο υδατικό αποτύπωμα (Aldaya and Hoekstra, 2010).

3.2. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ

Παρά το μεγάλο ενδιαφέρον για το αποτύπωμα άνθρακα, δεν υπάρχει ακριβής ορισμός ως προς το τί ακριβώς είναι (Charagain and James, 2011). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας, το αποτύπωμα άνθρακα ενός προϊόντος διατροφής είναι η συνολική ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπεται σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, εκφρασμένη σε κιλά CO₂ (<https://www.fao.org>). Όπως και το υδατικό αποτύπωμα, ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα μπορεί να γίνει σε διάφορα επίπεδα (ατομικό, εθνικό, προϊόντος κ.λ.π). Επίσης, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από όλα τα σημεία του κύκλου ζωής ενός προϊόντος και μπορεί να είναι άμεσες (εκπομπές από την κτηνοτροφία,

απο τη χρήση λιπασμάτων στη γεωργία ή εμμεσες (χρήση κάποιας πηγής ενέργειας) (Charagain and James, 2011).

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ιδιαιτέρως του CO₂ απο τις ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλουν στην κλιματική αλλαγή με μακροχρόνιες επιπτώσεις. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή για να περιοριστεί η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 1,5°C απαιτείται μείωση των εκπομπών κατά 45% απο τα επίπεδα του 2010 έως το 2030. Η αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων σε ετήσια βάση παράγει 13,7 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους CO₂ που αντιπροσωπεύουν το 26% των συνολικών ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου. Στην παραγωγή κρέατος και γαλακτοκομικών, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αντιπροσωπεύουν το 14% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών. Συνεπώς, προκειμένου να επιτευχθεί ο περιορισμός της αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας, είναι ουσιαστική η μείωση των εκπομπών στην αλυσίδα τροφίμων (Gaillac et al., 2021).

Σε αντίθεση με το υδατικό αποτύπωμα στην περίπτωση του αποτυπώματος άνθρακα δεν υπάρχουν τοπικές ερμηνείες των εκπομπών. Ένα κιλό διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται σε μια χώρα συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή με τον ίδιο τρόπο όπως ένα κιλό σε οποιοδήποτε άλλο μέρος του κόσμου. Το είδος και η ποσότητα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όμως σχετίζονται με το είδος της καλλιέργειας και τις πρακτικές που ακολουθούνται. Για παράδειγμα οι ντομάτες που καλλιεργούνται σε θερμαινόμενα θερμοκήπια στο Ηνωμένο Βασίλειο έχουν διαφορετικές εκπομπές απο αυτές που καλλιεργούνται σε υπαίθριους χώρους στην Ισπανία (Charagain and James, 2011).

Επί του παρόντος, υπάρχει μια σειρά από κενά δεδομένων για διάφορα προϊόντα διατροφής (Charagain and James, 2011). Γενικότερα, όσον αφορά τα δημητριακά, μεγάλο ρόλο στο ανθρακικό τους αποτύπωμα παίζει η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και οι γεωργικές πρακτικές κατά τις οποίες απαιτείται χρήση ενέργειας. Σημαντικές εκπομπές CO₂ οφείλονται στη χρήση πετρελαίου για τη λειτουργία των γεωργικών μηχανημάτων, τη συγκομιδή και την ξήρανση της παραγωγής.

Τα όσπρια που είναι μια σημαντική πηγή πρωτεΐνης, δεσμεύουν το άζωτο απο τον αέρα πράγμα που σημαίνει ότι όταν χρησιμοποιούνται αζωτούχα λιπάσματα στην καλλιέργειά τους, τα όσπρια μειώνουν την εκπομπή αυτού του αερίου στην ατμόσφαιρα.

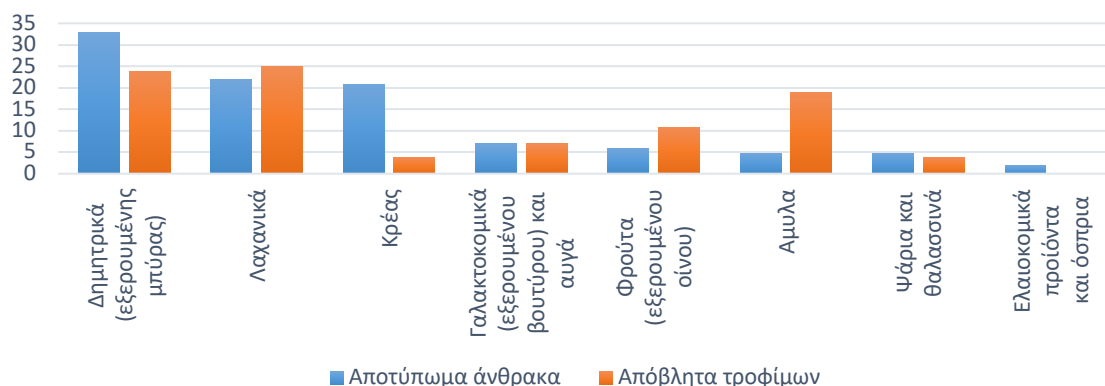
Στην περίπτωση των φρούτων, των λαχανικών και των αμυλώδων ριζών, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι σχετικά χαμηλές. Συνήθως οι εκπομπές οφείλονται στη χρήση πετρελαίου για τη λειτουργία των γεωργικών μηχανημάτων και στη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων.

Για το κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου διαφέρουν μεταξύ των μονογαστρικών και μηρυκαστικών ζώων. Στην περίπτωση των μονογαστρικών ζώων η παροχή ζωοτροφών είναι ο κύριος παραγοντας παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου και στη συνέχεια ακολουθούν τα αέρια από τη διαχείριση της κοπριάς. Σημαντικό ρόλο παίζει επίσης και η χρήση ενέργειας για τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών διαβίωσης όπως για παράδειγμα των συνθηκών που απαιτούνται για την διαβίωση των κοτόπουλων. Στην περίπτωση των μηρυκαστικών η κύρια πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι το CH₄ που προέρχεται από την εντερική ζύμωση κατά την πέψη της τροφής και από τη διαχείριση της κοπριάς και έρχεται δεύτερη η παραγωγή αερίων από τη χρήση των ζωοτροφών.

Τέλος στην αλιεία, ο αντίκτυπος σχετίζεται με τη χρήση του καυσίμου που χρησιμοποιείται στη διαδικασία της ενώ στην υδατοκαλλιέργεια σχετίζεται με τα ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια η χρήση των οποίων αυξάνει την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου (FAO, 2013β).

Στο γράφημα 5, φαίνεται το ποσοστό του ανθρακικού αποτυπώματος ανά είδος τροφίμου σε σχέση με τη συμβολή του στο ποσοστό των αποβλήτων τροφίμων που παράγονται και φαίνεται ότι παρά το γεγονός ότι η συνεισφορά του κρέατος (σε όγκους) στην παγκόσμια σπατάλη τροφίμων είναι χαμηλή παρουσιάζει μεγάλο αποτύπωμα άνθρακα. Αυτό συμβαίνει γιατί όπως αναφέρεται και παραπάνω στον υπολογισμό του αποτυπώματος άνθρακα του κρέατος λαμβάνονται υπόψη και οι εκπομπές αερίων από τα ίδια τα ζώα αλλά και αυτές που σχετίζονται με την παροχή ζωοτροφών και αυτές από τη διαχείριση της κοπριάς. Από το διάγραμμα αυτό επίσης μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι προσπάθειες για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να επικεντρωθούν ιδιαίτερος σε τρόφιμα όπως το κρέας και τα δημητριακά (FAO, 2013β).

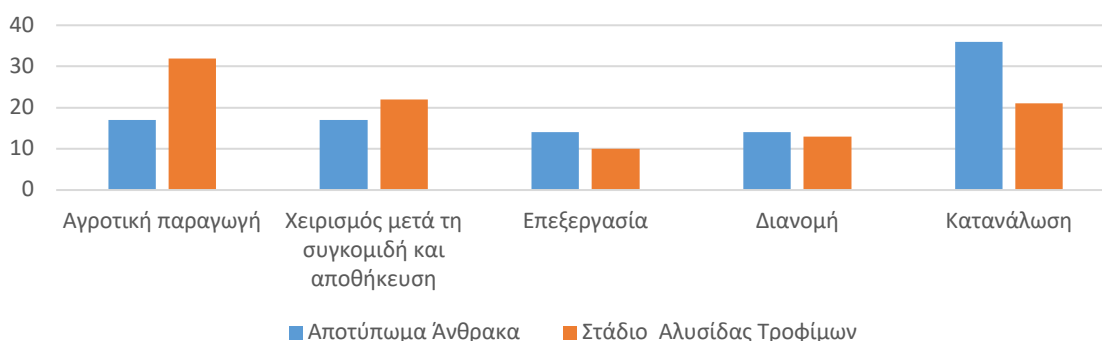
ΣΥΜΒΟΛΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



Γράφημα 5: Ποσοστό του ανθρακικού αποτυπώματος ανα είδος τροφίμων σε σχέση με τη συμβολή του στο ποσοστό των αποβλήτων τροφίμων (FAO, 2013β)

Επίσης στο γράφημα 6, παρατηρούμε ότι μεταξύ των διάφορων φάσεων της τροφικής αλυσίδας, το μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα (37%) εμφανίζεται στην κατανάλωση ενώ αυτή αντιπροσωπεύει μόνο το 22% της συνολικής σπατάλης τροφίμων. Παρατηρούμε δηλαδή ότι σε όσο πιο προχωρημένο στάδιο της τροφικής αλυσίδας σπαταλάται ένα τρόφιμο, τόσο μεγαλύτερο είναι το αποτύπωμα άνθρακα σε σχέση με τα προηγούμενα στάδια (FAO, 2013β).

% ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΚΑΘΕ ΣΤΑΔΙΟΥ ΤΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



Γράφημα 6: Ποσοστό αποτύπωμα άνθρακα σε σχέση με τα στάδια της αλυσίδα τροφίμων (FAO, 2013b)

Καθώς το αποτύπωμα άνθρακα των τροφίμων προκαλεί μεγάλη ανησυχία πραγματοποιούνται διάφορες μελέτες με σκοπό την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τις πρακτικές των καταναλωτών αλλά και με τα χαρακτηριστικά των τροφίμων.

Σύμφωνα με μελέτη των Sandströma et al., 2018, το διεθνές εμπόριο παίζει σημαντικό ρόλο στο ανθρακικό αποτύπωμα των τροφίμων. Στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων ενός τροφίμου η προέλευση των τροφίμων είναι σημαντική λόγω των διαφορετικών γεωργοκτηνοτροφικών πρακτικών που ακολουθούνται και λόγω των διαφορετικών περιβαλλοντικών συνθηκών που επικρατούν στα διάφορα μέρη της γης. Ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με βάση τους συντελεστές που ισχύουν σε κάθε χώρα βοηθάει στην ανάλυση των διαφορών που υπάρχουν μεταξύ των παραγωγών τροφίμων σε διαφορετικές χώρες (Sandströma et al., 2018).

Σύμφωνα με τους Ibidhi et al., 2017, παρατηρείται ότι το μέγεθος των αποτυπωμάτων είναι μικρότερο εάν τα ζώα χρειάζονται λιγότερη τροφή για να παράγουν ένα κιλό κρέατος και αν η γη που παρέχει τη ζωοτροφή είναι πιο παραγωγική. Στην περίπτωση των μηρυκαστικών το μέγεθος του ανθρακικού αποτύπουματος δεν σχετίζεται με την παραγωγή ζωοτροφών αλλά από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα ίδια τα ζώα. Το μεθάνιο που παράγεται κατά την πέψη των ζώων αυτών οδηγεί σε μεγάλο αποτύπωμα άνθρακα. Σε αυτό το σημείο παίζει μεγάλο ρόλο το σύστημα εκτροφής που ακολουθείται. Έτσι σε περίπτωση που γίνεται χρήση δημητριακών από υπολείμματα καλλιεργειών έχουμε μεν μικρότερο αποτύπωμα νερού αλλά υψηλότερο αποτύπωμα άνθρακα και στη περίπτωση που χρησιμοποιείται κριθάρι παρατηρείται μεγαλύτερο αποτύπωμα νερού και γης αλλά συγκρίσιμο αποτύπωμα άνθρακα. Η μεγαλύτερη εκπομπή αερίων θερμοκηπίου σχετίζεται με το γεγονός ότι στην πρώτη περίπτωση για να υπάρχει απόδοση στην κρεατοπαραγωγή απαιτείται περισσότερη κατανάλωση τροφής με αποτέλεσμα μεγαλύτερη παραγωγή μεθανίου από την διαδικασία της πέψης (Ibidhi et al., 2017).

3.2.1. Ανθρακικό αποτύπωμα προϊόντων ζωϊκής προέλευσης

Όπως και στο υδατικό αποτύπωμα μεγάλο ενδιαφέρον έχει και το ανθρακικό αποτύπωμα των προϊόντων ζωϊκής προέλευσης. Το κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα περιέχουν διάφορες πρωτεΐνες και υπάρχει δυσκολία στο να βρεθεί ποιά πηγή πρωτεΐνης έχει το χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα. Οι Gaillac et al., 2021, συγκρίναν το αποτύπωμα άνθρακα μιας ποικιλίας

κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων στην περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνη και διερεύνησαν το αποτύπωμα άνθρακα διαφορετικών διατροφικών επιλογών με συγκεκριμένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες κρέατος και γαλακτοκομικών. Στη διερεύνηση αυτή διαπιστώνεται ότι η επίτευξη του χαμηλού αποτυπώματος άνθρακα προκειμένου να φτάσουμε τον στόχο της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) έως το έτος 2030 αφορά διατροφικές επιλογές με κρέατα από μικρά ζώα (κοτόπουλο, πάπια, κουνέλι), αυγά και γαλακτοκομικά προϊόντα με μικρή επεξεργασία. Και σε αυτή τη διερεύνηση τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το κρέας και το γάλα των μηρυκαστικών έχουν υψηλό αποτύπωμα άνθρακα ανά γραμμάριο πρωτεΐνης, ενώ άλλα κρέατα όπως τα πουλερικά και το χοιρινό και τα ελαφρώς επεξεργασμένα γαλακτοκομικά έχουν πολύ χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα. Οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι μια χορτοφαγική διατροφή ή μια διατροφή με κτηνοτροφικά προϊόντα χαμηλού αποτυπώματος άνθρακα, όπως πουλερικά, γιαούρτι, αυγά είναι επιθυμητή για την επίτευξη των στόχων της IPCC.

Σε αυτή την έρευνα γίνεται λόγος και για τη σύγκριση του αποτυπώματος άνθρακα μεταξύ τοπικών και εισαγόμενων προϊόντων. Για το θέμα αυτό δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα και χρήζει περισσότερης διερεύνησης, όμως φαίνεται ότι τα τοπικά κρέατα μπορεί να μην έχουν χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα από εκείνα που εισάγονται, αλλά όσον αφορά τα γαλακτοκομικά προϊόντα τα οποία έρχονται στην κατανάλωση απευθείας από το αγρόκτημα, αυτά μπορεί να έχουν σημαντικά μειωμένο αποτύπωμα άνθρακα (Gaillac et al., 2021).

3.2.2. Αποτύπωμα άνθρακα εναλλακτικών πηγών πρωτεΐνης

Η κατεύθυνση προς τις εναλλακτικές πηγές τροφίμων όπως οι φυτικές πρωτεΐνες ή τα θαλασσινά αποτελεί και στην περίπτωση του ανθρακικού αποτυπώματος θέμα για συζήτηση. Η κατανάλωση των εναλλακτικών αυτών πηγών πρωτεΐνης χρήζει περαιτέρω διερεύνησης ως προς την ποιότητα της πρωτεΐνης που διαθέτουν αλλά και ως προς το οικονομικό κόστος αυτών (Gaillac et al., 2021).

Σε μελέτη των Saget et al., 2021, γίνεται σύγκριση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος κεφτέδων φτιαγμένων από μπιζέλια σε σύγκριση με κεφτέδες φτιαγμένους από κιμά βοδινού. Με την αξιολόγηση του κύκλου ζωής των δύο αυτών πηγών πρωτεΐνης φαίνεται ότι οι κεφτέδες από μπιζέλια έχουν πολύ μικρότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Εκτός από τη μείωση των

εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, παρατηρείται μείωση και σε άλλες μορφές πόρων και στις απαιτήσεις σε ενέργεια.

Στη μελέτη αυτή γίνεται λόγος για βελτίωση της βιωσιμότητας της αλυσίδας τροφίμων με την αντικατάσταση της πρωτεΐνης κρέατος από πρωτεΐνη προερχόμενη από όσπρια. Σημειώνεται ότι αυτή η διατροφική προτίμηση θα μπορούσε να μειώσει από το μισό έως και τα $\frac{3}{4}$ του στόχου της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Χρειάζεται όμως και συμμετοχή των καταναλωτών ή πλειοψηφία των οποίων δεν δείχνει διάθεση για τη μείωση κατανάλωσης του κρέατος. Αντιθέτως η κατανάλωση πρωτεΐνης κρέατος έχει αυξηθεί σημαντικά, σε σημείο με σημαντικές επιπτώσεις και στην υγεία των καταναλωτών και την αύξηση της παχυσαρκίας. Ωστόσο, καινοτόμα προϊόντα διατροφής με βάση τα όσπρια τα οποία μιμούνται το κρέας γίνονται όλο και πιο δημοφιλή και υπόσχονται δυνατότητες για μετάβαση σε βιώσιμη διατροφή. Μάλιστα, η αγορά υποκατάστατων κρέατος αναμένεται έως το έτος 2029 να είναι δέκα φορές μεγαλύτερη απ' ότι είναι σήμερα (Saget et al., 2021).

Άλλη εναλλακτική πηγή πρωτεΐνης αποτελούν τα έντομα. Η κατανάλωση εντόμων έχει κινήσει το ενδιαφέρον τελευταία σε όλο τον κόσμο. Λέγεται ότι τα βρώσιμα έντομα έχουν τη δυνατότητα να γίνουν η τροφή του μέλλοντος λόγω της περιεκτικότητάς τους σε υψηλή ποιότητα πρωτεΐνης, βιταμίνες και μέταλλα καθώς επίσης και λόγω των οικονομικών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων που υπόσχονται. Η κατανάλωση εντόμων μπορεί να είναι μια βιώσιμη λύση στο παγκόσμιο πρόβλημα της επισιτιστικής ανασφάλειας, ωστόσο θα πρέπει να επιβεβαιωθεί και από περισσότερες μελέτες, ώστε ερευνηθούν η βιολογία, η οικολογία, οι συνθήκες εκτροφής των βρώσιμων ειδών εντόμων καθώς επίσης και το νομικό πλαίσιο και οι κανονισμοί που πρέπει να ακολουθούνται.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη της κατανάλωσης εντόμων, σχετίζονται με την υψηλή απόδοσή τους σε πρωτεΐνη. Έχει αναφερθεί ότι τα έντομα εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου από τους χοίρους και τα βοοειδή. Έντομα όπως οι γρύλοι, οι ακρίδες και οι προνύμφες αλευροφόρων παρουσιάζουν χαμηλότερες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου κατά ένα συντελεστή περίπου 100 σε σύγκριση με το βόειο κρέας. Επίσης η καλλιέργεια των εντόμων απαιτεί σημαντικά λιγότερες εκτάσεις και κατανάλωση νερού από την κτηνοτροφία. Ωστόσο προκειμένου να επιβεβαιωθεί απόλυτα ότι οι μέθοδοι παραγωγής τροφίμων με βάση τα έντομα δεν θα έχουν το ίδιο περιβαλλοντικό κόστος με τα υπάρχοντα συστήματα παραγωγής τροφίμων

απαιτείται επιπλέον έρευνα. Στην έρευνα αυτή πρέπει να ληφθούν υπόψη και διάφοροι παράγοντες κινδύνου για την ανθρώπινη υγεία, όπως τα αλλεργιογόνα, χημικοί και βιολογικοί κίνδυνοι (Lange and Nakamura, 2021).

3.2.3 Ο ρόλος του μαγειρέματος στο αποτύπωμα άνθρακα των τροφίμων

Καθόσον η παραγωγή τροφίμων είναι μια σύνθετη δραστηριότητα που περιλαμβάνει πολλαπλές δραστηριότητες για τις οποίες απαιτούνται ενέργεια και πόροι, το μαγείρεμα είναι και αυτή μια διαδικασία που δεν πρέπει να προσπερνάμε. Σε μελέτη των Arrieta and González, 2019, έγινε αξιολόγηση της επίδρασης του μαγειρέματος σε διάφορες ομάδες τροφίμων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το στάδιο του μαγειρέματος έχει επίδραση στο αποτύπωμα ενέργειας και άνθρακα του κάθε τροφίμου. Στην αξιολόγηση της επίδρασης του μαγειρέματος φαγητών με κρέας και με δημητριακά και με όσπρια, τα αποτελέσματα έδειξαν διαφορά στην μάζα του μαγειρεμένου τροφίμου από την αρχική του μάζα. Πιο συγκεκριμένα, η μάζα του κρέατος μετά το μαγείρεμα είναι μικρότερη από την αρχική του μάζα λόγω συρρίκνωσης και απώλειας νερού και άλλων συστατικών κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Ενώ η μάζα των δημητριακών και των οσπρίων μετά το μαγείρεμα είναι μεγαλύτερη λόγω της απορρόφησης νερού κατά το μαγείρεμα. Αυτή η αλλαγή στη μάζα του τελικού μαγειρεμένου προϊόντος έχει επίδραση και στην πυκνότητά του σε μακροθρεπτικά συστατικά και στην περιεκτικότητά του σε θερμίδες. Στα μαγειρεμένα τρόφιμα ζωϊκής προέλευσης που μελετήθηκαν παρατηρείται αύξηση των θερμίδων σε σχέση με τα τρόφιμα φυτικής προέλευσης που μελετήθηκαν. Διαφορές διαπιστώθηκαν επίσης και στην κατανάλωση ενέργειας και στην παραγωγή GHG. Στα τρόφιμα ζωϊκής προέλευσης παρατηρήθηκε μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας και μεγαλύτερη παραγωγή GHG (Arrieta and González, 2019).

Η έρευνα αυτή έδειξε ότι παίζει μεγάλο ρόλο και η μέθοδος μαγειρέματος που χρησιμοποιείται. Στην ενέργεια που χρησιμοποιείται στο μαγείρεμα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η προετοιμασία για το μαγείρεμα, η ενέργεια που απορροφάται από το φαγητό, το σκεύος μαγειρέματος, η εξάτμιση του νερού και οι απώλειες στο περιβάλλον. Έτσι μπορούμε να παρατηρήσουμε σε κάποιες περιπτώσεις μείωση του χάσματος μείωση του χάσματος μεταξύ κάποιων προϊόντων φυτικής και κάποιων προϊόντων ζωϊκής προέλευσης, όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, την τελική μάζα και την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου που

σχετίζονται με τη διαδικασία μαγειρέματος. Υπάρχουν κάποια τρόφιμα φυτικής προέλευσης όπως για παράδειγμα τα όσπρια, που χρειάζονται νερό για μούλιασμα 24 ώρες πριν το μαγείρεμα και αρκετό χρόνο μαγειρέματος (Arrieta and González, 2019).

Σε σχέση με παλαιότερη εργασία στην οποία δεν είχε ληφθεί υπόψη και η διαδικασία μαγειρέματος, βρέθηκαν διαφορές στην αναλογία χρήσης ενέργειας και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά το μαγείρεμα, μεταξύ σόγιας και βόειου κρέατος. Έτσι ενώ μέχρι το επίπεδο του χονδρικού εμπορίου η αναλογία της απαιτούμενης ενέργειας μεταξύ σόγιας και βόειου κρέατος είχε υπολογιστεί να είναι 17,5, σε επίπεδο νοικοκυριού βρέθηκε να είναι 6,2 και ως προς τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ενώ είχε υπολογιστεί 71 σε επίπεδο χονδρικού εμπορίου, το αντίστοιχο σε επίπεδο νοικοκυριού βρέθηκε να είναι 47. Οι διαφορές αυτές οφείλονται τόσο στην διαφορά ενέργειας που χρειάζεται για το μαγείρεμα όσο και στην αλλαγή μάζας του τροφίμου κατά το μαγείρεμα (Siddiqui et al., 2021).

Σε ανάλογη μελέτη που έχει γίνει από τους Cibelli et al., 2021, έγινε σύγκριση του αποτυπώματος άνθρακα διαφορετικών μεθόδων παρασκευής καφέ το οποίο είναι ένα από τα δημοφιλέστερα ροφήματα στον κόσμο. Λαμβάνοντας υπόψη λοιπόν τις διαφορετικές μεθόδους παρασκευής καφέ όπως είναι η χρήση μπρικιού τύπου μόκα και η χρήση διάφορων μηχανών καθώς και η μορφή του καφέ (εύκαμπτες σακούλες, λοβοί και κάψουλες) στην έρευνα αυτή αξιολογήθηκε το αποτύπωμα άνθρακα ενός φλιτζανιού καφέ από την παραγωγή του κόκκου καφέ μέχρι την τελική κατανάλωση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης η προετοιμασία του καφέ σε μπρίκι τύπου μόκα έχει λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από ότι η μηχανή εσπρέσο ειδικότερα αν χρησιμοποιείται επαγωγική εστία. Ακόμη και στην περίπτωση που οι μηχανές καφέ έχουν σύστημα αυτόματης απενεργοποίησης, τα υλικά συσκευασίας που χρησιμοποιούνται και η διαδικασία για την απόρριψη αυτών έχουν και αυτά μερίδιο στη συνολική εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Έτσι παρόλο που η χρήση μπρικιού μόκα απαιτεί περισσότερο χρόνο προετοιμασίας και περισσότερη συμμετοχή του καταναλωτή, για την παρασκευή ενός φλιτζανιού καφέ αποφεύγεται έως και 27,6 g CO₂ σε σχέση με ένα φλιτζάνι που παρασκευάζεται σε μηχανή καφέ τύπου pod και 12,6 g CO₂ σε σχέση με ένα φλιτζάνι που παρασκευάζεται σε μηχανή με κάψουλες. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας μπορεί να είναι χρήσιμα προκειμένου να βοηθήσουν τις εταιρείες παραγωγής καφέ να ακολουθήσουν πολιτικές για τη μείωση των απορριμμάτων συσκευασίας μετά την κατανάλωση (Cibelli et al., 2021).

3.2.4 Ανθρακικό αποτύπωμα μύρας

Άλλο ένα παράδειγμα σύμφωνα με το οποίο βλέπουμε πως το ίδιο προϊόν μπορεί να έχει διαφορετικό αποτύπωμα άνθρακα, ανάλογα με τα ιδιαίτερα συστατικά του, τη διαδικασία παραγωγής του, την συσκευασία αλλά και τη μεταφορά του είναι η διαδικασία παραγωγής μύρας. Η διαδικασία για την παραγωγή μύρας περιλαμβάνει διάφορα συστατικά ανάλογα με το στύλ της μύρας που πρόκειται να παραχθεί. Τα σιτηρά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι το κριθάρι, το σιτάρι, η βρώμη και η σίκαλη. Ανάλογα με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται είναι ανάλογο και το αποτύπωμα άνθρακα. Για παράδειγμα η χρήση σίκαλης παρουσιάζει τις υψηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (870g CO₂/kg σε σύγκριση με τα 570-590g CO₂/kg στην περίπτωση που χρησιμοποιείται σιτάρι, κριθάρι ή βρώμη).

Στον υπολογισμό του αποτυπώματος άνθρακα της μύρας εκτός της ενέργειας που χρειάζεται στην παραγωγική διαδικασία, βασικό ρόλο παίζει η καλλιέργεια που χρησιμοποιείται αλλά και η συσκευασία. Για παράδειγμα τα επαναχρησιμοποιήσιμα βαρέλια απο ανοξείδωτο χάλυβα έχουν μικρότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και μικρότερο αποτύπωμα άνθρακα σε σχέση με την περίπτωση χρήσης γυάλινων μπουκαλιών. Άλλος ένας παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη είναι αν πρόκειται για μικρή ζυθοποιία ή πολυεθνική ζυθοποιία μαζικής παραγωγής αλλά και το στύλ της μύρας. Για παράδειγμα η μύρα τύπου lager φαίνεται να έχει μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα λόγω μεγάλων απαιτήσεων ενέργειας για ψύξη κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης (Morgana et al., 2020).

4. ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Η συνειδητοποίηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής οδήγησε τις εταιρείες να συμπεριλάβουν τη βιωσιμότητα ως ένα από τα κριτήρια των πελατών και των επενδυτών τους. Επιπλέον οι χώρες του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) συμφώνησαν στόχους για τα επόμενα δεκαπέντε χρόνια προκειμένου να ακολουθήσουν βιώσιμες τεχνικές.

Με τον Αειφορικό Αναπτυξιακό Στόχο με αριθμό 12 «ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ» επιδιώκεται και ο υποστόχος 12.3 που στοχεύει: *«Έως το 2030, μείωση, κατά το ήμισυ, των κατά κεφαλήν παραγόμενων αποβλήτων τροφίμων παγκοσμίως, σε επίπεδο λιανικού εμπορίου και καταναλωτών, καθώς και μείωση των απωλειών τροφίμων σε όλη την αλυσίδα παραγωγής και εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών έπειτα από τη συγκομιδή»* (UNEP, 2021).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση επαναπροσδιορίζει τις τρέχουσες πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων τροφίμων και άλλων τύπων αποβλήτων και δημιουργεί και βάσεις για τη δημιουργία νέων επιχειρήσεων και θέσεων εργασίας. Μπαίνουν στο τραπέζι των συζητήσεων οι έννοιες της παραγωγής κομπόστ, βιοενέργειας και άλλων προϊόντων προστιθέμενης αξίας (Rashid et al., 2021).

Η ανάμιξη των αποβλήτων τροφίμων με τα αστικά στερεά απόβλητα και η απόρριψή τους σε χώρους υγειονομικής ταφής εγκυμονεί κινδύνους για την ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα και της ατμόσφαιρας (Rashid et al., 2021). Επίσης, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των αποβλήτων τροφίμων σε υγρασία οι συνήθεις θερμικές εργασίες όπως η αποτέφρωση και η πυρόλυση θεωρούνται δυσμενείς από ενεργειακή άποψη. Επιπλέον, σε περίπτωση απουσίας κατάλληλων μέτρων ελέγχου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δύναται να δημιουργηθούν διάφορα προβλήματα περιβαλλοντικής ρύπανσης μέσα στα οποία είναι και η απώλεια οργανικής ύλης και οι εκπομπές τοξικών αέριων ρύπων. Επομένως είναι αναγκαία η αναζήτηση εναλλακτικών μεθόδων χειρισμού των αποβλήτων τροφίμων, φιλικών προς το περιβάλλον (EEA, 2020). Η βιοοικονομία περιλαμβάνει την παραγωγή ανανεώσιμων βιολογικών πόρων και τη μετατροπή αυτών σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας όπως τρόφιμα, ζωοτροφές, προϊόντα βιολογικής βάσης και βιοενέργεια (Berbel et al., 2018).

Η στρατηγική διαχείριση των απορριμμάτων αποτελεί κρίσιμο σημείο για την μετάβαση από το γραμμικό μοντέλο της οικονομίας σε ένα κυκλικό. Βασικές κατευθύνσεις στο νέο μοντέλο διαχείρισης είναι ο σχεδιασμός ενός συστήματος για την εξάλειψη των αποβλήτων μέσω της πρόληψης, της αναγέννησης βιοϋλικών και της αποκατάστασης τεχνολογικών υλικών. Με το νέο αυτό μοντέλο προβλέπεται η ανακύκλωση των υπολειμμάτων τροφίμων και η δημιουργία νέων χρήσιμων προϊόντων (Rashid et al., 2021).

Το επίκεντρο των περισσότερων μελετών περιστρέφεται γύρω από τη μείωση, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των υλικών κατά μήκος της αλυσίδας παραγωγής και κατανάλωσης. Έτσι βλέπουμε να γίνεται λόγος σχετικά με την εκμετάλλευση αποβλήτων τροφίμων για τη μετατροπή τους σε ζωοτροφές και λίπασμα, μετατροπή του πίτουρου σίτου σε βιοαποδομήσιμα επιτραπέζια σκέυη και μετατροπή οικιακών απορριμμάτων σε κομπόστ. Φαίνεται ότι στην οικολογική βελτιστοποίηση των διαδικασιών μετασχηματισμού αυτών των προϊόντων σημαντικό ρόλο έχει ο υπολογισμός των αποτυπωμάτων αυτών (Rashid et al., 2021).

Τα απόβλητα τροφίμων αναλογούν περίπου στο 60% των βιοαποβλήτων από τα σπίτια και από παρόμοιες πηγές (EEA, 2020). Για τη μείωση της απώλειας και της σπατάλης τους απαιτούνται ενέργειες από όλους τους παράγοντες που εμπλέκονται στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων (FAO, 2015).

Στο μοντέλο της διαχείρισης των αποβλήτων τροφίμων με βάση την κυκλική οικονομία, προτεραιότητα έχει η πρόληψη της δημιουργίας πλεονάζοντων τροφίμων και σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό αυτό, τότε ιδανική διαχείριση των πλεονάζοντων τροφίμων είναι η αναδιανομή τους για ανθρώπινη κατανάλωση – δωρεά αυτών. Το επόμενο σενάριο είναι η παραγωγή ζωοτροφών και στη συνέχεια η παραγωγή βιοϋλικών. Στην περίπτωση που δεν είναι εφικτό κανένα από τα παραπάνω σενάρια, τότε θα πρέπει να ακολουθηθεί η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης ή κομποστοποίησης ενώ ως τελευταία επιλογή προτείνεται η υγειονομική ταφή (FAO, 2013).

Στην Ευρώπη έχει εισαχθεί η έννοια της Ιεραρχίας Διαχείρισης Αποβλήτων η οποία συχνά αναπαρίσταται με ανεστραμμένη πυραμίδα (Giroto al., 2015). Παρόμοια έννοια ιεραρχίας έχει εισαχθεί και απο τον Οργανισμό Προστασίας Περιβάλλοντος (Εικόνα 2). (ΕΡΑ,2020)



Εικόνα 2: «Η ανεστραμμένη πυραμίδα αποβλήτων τροφίμων με τις κατηγορίες απο τις περισσότερες προς τις λιγότερο φιλικές προς το περιβάλλον» (European Environment Agency, 2020)

Όπως μπορούμε να αντιληφθούμε και απο την ανεστραμμένη πυραμίδα, η έννοια της κυκλικής οικονομίας σχετίζεται με όρους μείωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης παρά με την ιδέα μιας αλλαγής στην αλυσίδα τροφίμων. Φαίνεται να έχει τις ρίζες της στα πλαίσια της οικολογικής, περιβαλλοντικής και βιομηχανικής οικονομίας. Μια απο τις καινοτόμες αρχές της κυκλικής οικονομίας είναι η χρήση των αποβλήτων στην βιομηχανία είτε ως υλικό για παραγωγή προϊόντων είτε με κάποια μορφή ενέργειας. Η κυκλική οικονομία αντικαθιστά την έννοια του «τέλους ζωής» με τη μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών στην αλυσίδα τροφίμων. Λειτουργεί σε μικροεπίπεδα, μέσο επίπεδα και μακρο επίπεδα με στόχο την βιώσιμη ανάπτυξη προς όφελος των σημερινών αλλά και των επόμενων γενεών (Martins de Oliveira et al., 2021).

Σε μελέτη που έγινε απο τους Attiq et al, 2021, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής για να εξετάσει τις τρεις διαφορετικές στρατηγικές μείωσης των απορριμμάτων (Μείωση – Επαναχρησιμοποίηση – Ανακύκλωση) σε επίπεδο νοικοκυριού, εξετάστηκε ο ρόλος των συναισθημάτων, των γνωστικών παραγόντων και των κοινωνικών παραγόντων στην προώθηση των προθέσεων μείωσης των αποβλήτων τροφίμων (Attiq et al, 2021). Σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης υποδηλώνεται ότι ο συνδυασμός των τριών αυτών παραγόντων συσχετίζεται θετικά με τις προθέσεις μείωσης των αποβλήτων τροφίμων (Attiq et al, 2021). Επιπλέον η ηλικία έχει σημαντική επίδραση στις προθέσεις μείωσης. Όσο μεγαλύτεροι είναι οι άνθρωποι τόσο λιγότερες πιθανότητες έχουν να δημιουργήσουν απόβλητα, ενώ οι νέοι είναι ο πληθυσμός που απαιτεί τη μεγαλύτερη προσοχή. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί με το γεγονός ότι οι μεγαλύτεροι άνθρωποι στο παρελθόν έχουν στερηθεί φαγητό και φροντίζουν να μην πετάνε τα υπολείμματα τροφίμων (Secondi et al., 2015).

4.1 ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΕΣΔΑ)

Στην Ελλάδα, στο πλαίσιο στρατηγικού και πολιτικού σχεδιασμού της χώρας μας στη διαχείριση των αποβλήτων δημιουργήθηκε το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) στο οποίο συμπεριλαμβάνονται και τα απόβλητα τροφίμων. Η σύνταξη του σχεδίου αυτού ήταν υποχρέωση των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σύμφωνα με το άρθρο 28 της 2008/98/ΕΚ οδηγίας. Στο σχέδιο αυτό τίθενται στόχοι για τη μείωση της υγειονομικής ταφής των αστικών στερεών αποβλήτων σε ποσοστό μικρότερο απο 10% έως το έτος 2030 (πέντε χρόνια νωρίτερα απ’οτι προβλέπεται στις ευρωπαϊκές κατευθύνσεις). Για την επίτευξη του στόχου αυτού δίνεται σημασία σε μια σειρά μέτρων πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων, την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης, την ενίσχυση της ανακύκλωσης, τις δράσεις για την ευαισθητοποίηση των πολιτών, τη δημιουργία σύγχρονων εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων και βιοαποβλήτων, την υιοθέτηση αρχών της κυκλικής οικονομίας, την ενεργειακή αξιοποίηση εναλλακτικών καυσίμων κλπ (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).

Μέσα στα βασικά μέτρα που προτείνονται στο σχέδιο αυτό είναι:

- Ο εκσυγχρονισμός της περιβαλλοντικής εισφοράς στα απόβλητα που οδηγούνται στους ΧΥΤΑ

- Εφαρμογή του μέτρου «Πληρώνω όσο πετάω», με νομοθετικές ρυθμίσεις και ενίσχυση των εμπλεκόμενων φορέων ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση της παραγωγής αποβλήτων σε επίπεδο οικίας, κτιρίου ή παραγωγών.
- Ενίσχυση του εξοπλισμού για τη συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών έναντι του «πράσινου κάδου». Πανελλαδική επέκταση του «καφέ κάδου» για τη συλλογή οργανικών αποβλήτων
- Ανάπτυξη δικτύου συλλογής βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020)

Όσον αφορά τα απόβλητα τροφίμων, στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, προτείνονται δράσεις για την ορθή διαχείριση των αποβλήτων που προκύπτουν στον γεωργοκτηνοτροφικό τομέα που μέχρι πριν λίγα χρόνια πλην ελάχιστων εξαιρέσεων γινόταν με καύση στον τόπο δημιουργίας τους με εκπομπή σημαντικών ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου. Στον σχεδιασμό για την ορθή διαχείριση περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός για τη συλλογή και ανάκτηση των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων και η δευτερογενής αξιοποίησή τους ως λίπασμα ή εναλλακτικά καύσιμα (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).

Οι στόχοι για επαναχρησιμοποίηση – ανακύκλωση χαρακτηρίζονται φιλόδοξοι για τη χώρα, εφόσον απέχουν σημαντικά από τα δεδομένα που ισχύουν σήμερα. Το υφιστάμενο καθεστώς διαχείρισης φαίνεται να έχει αποκλίσεις από τη στοχοθεσία του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων. Τα βασικότερα προβλήματα που το καθιστούν ανεπαρκές είναι:

- Τα χαμηλά ποσοστά ανακύκλωσης με προδιαλογή και ανάκτηση που είναι καθηλωμένα στο 16,5% και 21,6% αντίστοιχα ενώ οι στόχοι που είχαν τεθεί για το έτος 2020 ήταν 50% και 74% αντίστοιχα,
- Δεν ακολουθείται η ανεστραμμένη πυραμίδα ιεράρχησης των μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων με την υγειονομική ταφή να κατέχει την πρώτη θέση. Το ποσοστό διάθεσης στους ΧΥΤΑ είναι μόνιμα στο 80% και απέχει πολύ από το 26% που είχε τεθεί για το έτος 2020.
- Υπάρχει έλλειψη στις απαιτούμενες σύγχρονες και ολοκληρωμένες υποδομές διαχείρισης λόγω τοπικών αντιδράσεων και άλλες καθυστερήσεις.
- Συνεχίζεται η ύπαρξη ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων (ΧΑΔΑ)

Γι' αυτό για τη μετάβαση από το υφιστάμενο καθεστώς στην ανάπτυξη κυκλικού μοντέλου διαχείρισης αποβλήτων θα πρέπει να θεσπιστούν φιλόδοξοι αλλά και ρεαλιστικοί στόχοι οι οποίοι να είναι σύμφωνοι και με την νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μέχρι το 2030 οι κυριότεροι στόχοι που τίθενται για τα απόβλητα τροφίμων είναι η υποχρεωτική χωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων έως το τέλος του έτους 2022 και εκτροπή τους από την ταφή. Τα βιοαπόβλητα είτε θα χωρίζονται και θα ανακυκλώνονται στον τόπο δημιουργίας τους (π.χ. οικιακή κομποστοποίηση) είτε θα συλλέγονται χωριστά χωρίς να αναμιγνύονται με άλλα είδη αποβλήτων. Τα ξεχωριστά συλλεγόμενα βιοαπόβλητα θα μεταφέρονται σε Μονάδες Επεξεργασίας Βιοαποβλήτων (ΜΕΒΑ) (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).

Μεγάλο μέρος από τις υπολείμματα καλλιεργειών μένει ανεκμετάλλευτο προκαλώντας σημαντική ρύπανση στο περιβάλλον. Στην Ελλάδα συνηθίζεται η πρακτική του καψίματος αυτών των υπολειμμάτων στον αγρό ώστε να είναι έτοιμο το χωράφι για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις τα κτηνοτροφικά απόβλητα απορρίπτονται χωρίς έλεγχο με αποτέλεσμα την ρύπανση και την υποβάθμιση του υδροφόρου ορίζοντα και του περιβάλλοντος γενικότερα (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).

4.2 ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Η πρόληψη της δημιουργίας πλεονάζοντων τροφίμων είναι ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης της σπατάλης αυτών, καθώς αποτελεί το πρωταρχικό στάδιο (στάδιο πριν δημιουργηθούν καν πλεονάζοντα τρόφιμα) ενώ οι υπόλοιπες επιλογές έχουν να κάνουν με τη διαχείρισή τους (FAO, 2013α). Στη διαδικασία της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων σημαντικό ρόλο παίζει η ευαισθητοποίηση και ενημέρωση του πληθυσμού. Επίσης η βελτίωση των υποδομών σε όλη την αλυσίδα τροφίμων είναι ένας ακόμα παράγοντας που συμβάλει στην καλύτερη διατήρηση των προϊόντων και τους δίνει μεγαλύτερο χρόνο ζωής. Επιπλέον μέτρα πολιτικής οικολογικής σήμανσης των τροφίμων βοηθούν και αυτά στον σκοπό για την ευαισθητοποίηση των καταναλωτών και στην δημιουργία του αισθήματος ευθύνης στους παραγωγούς και διανομείς (European Environment Agency, 2020).

Σύμφωνα με τους Lang et al., 2020, σε μελέτη τους σχετικά με την ευαισθητοποίηση ιδιοκτητών εστιατορίων πάνω στο θέμα της ανακύκλωσης απορριμμάτων τροφίμων στα εστιατόρια της

Κίνας, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (62,67%) των ιδιοκτητών εστιατορίου έχουν χαμηλό επίπεδο ευαισθητοποίησης (Lang et al., 2020).

Εκτός όμως από την ευαισθητοποίηση και επαγρύπνηση των καταναλωτών σημαντικό ρόλο παίζει και η βελτίωση της επικοινωνίας μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων. Όταν δεν υπάρχει συμφωνία μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς λόγω κακής επικοινωνίας, μεγάλος όγκος πλεονάζοντων τροφίμων μένουν στα αζήτητα. Για παράδειγμα πολλοί αγρότες δεν φροντίζουν να βρουν εγκαίρως πελάτες για τα προϊόντα τους και δεν βρίσκουν τελικά αγοραστές για αυτά με τελικό αποτέλεσμα να τα αφήνουν να σαπίζουν στο χωράφι. Επίσης πολλά σουπερμάρκετ κάνουν παραγγελίες τις οποίες ακυρώνουν τελευταία στιγμή και οι παραγωγοί δεν μπορούν να πουλήσουν τελικά τα προϊόντα αυτά. Συνεννόηση χρειάζεται και μεταξύ των τελικών καταναλωτών, στα νοικοκυριά για παράδειγμα, στα οποία η νοικοκυρά μαγειρεύει περισσότερες μερίδες φαγητού απ' ότι είναι να καταναλωθούν (FAO, 2013α).

4.2.1. Καμπάνιες και δράσεις

Παρατηρούνται συχνά σε παγκόσμιο επίπεδο, εσφαλμένες αντιλήψεις σχετικά με τις επιπτώσεις της σπατάλης τροφίμων. Πολλές φορές για παράδειγμα ακούγεται ότι δεν υπάρχει πρόβλημα από την απόρριψη τροφίμων στο έδαφος ενώ αυτή είναι μια λανθασμένη αντίληψη διότι με την αποσύνθεση των απορριμμάτων παράγονται υψηλά ποσοστά μεθανίου, ένα από τα ισχυρότερα αέρια του θερμοκηπίου. Είναι απαραίτητη λοιπόν η κατανόηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων (και όχι μόνο) που δημιουργούνται από τη σπατάλη τροφίμων.

Για την αντιμετώπιση της σπατάλης τροφίμων οι εκστρατείες ευαισθητοποίησης και ενημέρωσης για τη λήψη συγκεκριμένων δράσεων είναι οι κοινές ενέργειες πολιτικής (EEA, 2020). Επειδή φαίνεται πως η σπατάλη τροφίμων είναι πολύ μεγαλύτερη σε επίπεδο νοικοκυριού απ' ότι σε επίπεδο επιχείρησης, η συμμετοχή των καταναλωτών στη μείωση των απορριμμάτων τροφίμων θα ενίσχυε τη βιωσιμότητα εξαλείφοντας ή μειώνοντας τον όγκο τους (Attiq et al., 2021). Ο σωστός προγραμματισμός των νοικοκυριών, η αγορά μόνο των απαραίτητων τροφίμων, το σωστό μαγείρεμα και η σωστή συντήρηση είναι στατηγικές μείωσης των απορριμμάτων που πρέπει να ακολουθηθούν από τους καταναλωτές (Attiq et al., 2021).

Επίσης, πολλές φορές απορρίπτονται τρόφιμα λόγω του ότι δεν πληρούν τα κριτήρια αισθητικής πλευράς ή μεγέθους. Υπάρχουν αγρότες που πετούν το 20 – 40% των φρέσκων προϊόντων τους λόγω «άσχημου» σχήματος ή μη αποδεκτού μεγέθους. Η γνώμη και οι προτιμήσεις των καταναλωτών παίζει μεγάλο ρόλο στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων (FAO, 2013α).

Η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών θα οδηγήσει σε πίεση στη βιομηχανία τροφίμων αλλά και σε επίπεδο εμπορίου τροφίμων για δημιουργία προϊόντων που ανταποκρίνονται στη ζήτηση των καταναλωτών (FAO, 2013α). Είναι πολλοί οι οδηγοί συμπεριφοράς μείωσης αποβλήτων τροφίμων σε επίπεδο νοικοκυριού. Καμπάνιες και δράσεις οργανώνονται από διάφορες υπηρεσίες και οργανισμούς αλλά και από επιχειρήσεις τροφίμων. Υπάρχουν αρκετοί έμποροι λιανικής πώλησης τροφίμων που κάνουν καμπάνιες για βελτίωση των πρακτικών προμήθειας τροφίμων αλλά και για την καλύτερη διαχείριση αυτών στο σπίτι. Γνωστή αλυσίδα τροφίμων δίνει συμβουλές μέσω της ιστοσελίδας της με την καμπάνια της “Love your leftovers” («Αγαπήστε τα υπολείμματα τροφίμων σας») προβαλλώντας συνταγές και ιδέες για την επαναχρησιμοποίηση των υπολειμμάτων φαγητών που υπάρχουν στο σπίτι (FAO, 2013α).

Γνωστές είναι και οι δράσεις της EPA (Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής). Μια από τις προσπάθειές της είναι η έκδοση ενός οδηγού που απευθύνεται σε επιχειρήσεις τροφίμων και σε νοικοκυριά μέσα στον οποίο προτείνονται στρατηγικές και πρότυπα μέσα από παραδείγματα που βοηθούν στην εξοικονόμηση χρημάτων μέσα από τη μείωση σπατάλης τροφίμων (EPA, 2010). Μέρος της εκστρατείας της EPA είναι η Πρόκληση Ανάκτησης Τροφίμων (Food Recovery Challenge). Στον οδηγό αυτό αναλύονται οι λόγοι που πρέπει να μειωθεί η σπατάλη του φαγητού και γίνεται ενημέρωση για τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει. Δίνεται επίσης ένα δελτίο ελέγχου το οποίο περιεχει στρατηγικές που μπορούν να ακολουθήσουν οι επιχειρήσεις τροφίμων ανάλογα με την κατηγορία τους και με τη βοήθεια του οποίου οι επιχειρήσεις μπορούν να ελέγξουν την αποτελεσματικότητά των μέτρων που λαμβάνουν.

Επίσης δίνονται πληροφορίες μέσα από μελέτες με τις οποίες γίνονται περισσότερα κατανοητά τα οφέλη που προκύπτουν από την μείωση της σπατάλης τροφίμων καθώς επίσης δίνονται και ιδέες για κίνητρα που μπορούν να δοθούν σε επιχειρήσεις τροφίμων και νοικοκυριά (EPA, 2010).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ 2011) με την παρακάτω λίστα παρέχει συμβουλές για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων σε επίπεδο νοικοκυριού. Προτρέπει λοιπόν τους καταναλωτές:

- Να φτιάχνουν λίστα με τα ψώνια. Να προγραμματίζουν τα γεύματα της εβδομάδας αφού προηγουμένως έχουν ελέγξει τι υπάρχει στο ψυγείο και στα ντουλάπια τους.
- Να τηρούν τη λίστα. Να μην δελεάζονται από προσφορές και μην πάνε για ψώνια όταν είναι πεινασμένοι γιατί έτσι θα επιστρέψουν με περισσότερα από ότι χρειάζονται.
- Να αγοράζουν άσχημα φρούτα και λαχανικά. Να ξεπεράσουν τα αισθητικά εμπόδια γιατί έτσι θα εμποδίσουν να πάνε στον κάδο απορριμμάτων μεγάλες ποσότητες από αυτά.
- Να διατηρούν το ψυγείο τους σε καλή κατάσταση. Να ελέγχουν τη θερμοκρασία του ψυγείου και να συντηρούν τα τρόφιμα στις κατάλληλες θερμοκρασίες για να διατηρήσουν τη φρεσκάδα τους και να διατηρηθούν περισσότερες μέρες!
- Να μην πετάνε τρόφιμα. Φρούτα που γίνονται πιο μαλακά γίνονται ωραία smoothies ή γλυκές πίτες. Τα λαχανικά που αρχίζουν να μαραίνονται γίνονται ωραίες σούπες
- Να μάθουν να κατανοούν τις ημερομηνίες λήξης. Αυτές μπορεί να είναι απλώς προτάσεις για καλύτερη ποιότητα και δεν αποτελούν πάντα αυστηρούς δείκτες. (FAO, 2013α)

4.2.1.1. Δράσεις στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης δημιούργησε έναν Οδηγό Πρόληψης ο οποίος παρέχει βασικές πληροφορίες για την πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων και των αποβλήτων τροφίμων και οδηγίες για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή δράσεων πρόληψης από τις τοπικές αρχές.

Στόχος του οδηγού αυτού είναι να δώσει στο προσωπικό των τοπικών αρχών γνώσεις και εμπειρία ώστε να μπορούν σε σύντομο χρονικό διάστημα:

- Να δημιουργήσουν σχέδιο πρόληψης στον Δήμο/ή κοινότητά τους
- Να εφαρμόσουν τις δράσεις που προτείνονται
- Να παρακολουθούν και να συντονίζουν τις δραστηριότητες πρόληψης που υλοποιούν.

Αφού αναλύονται οι ορισμοί της απώλειας και σπατάλης τροφίμων καθώς και οι αιτίες που τις προκαλούν, δίνονται οδηγίες για τα οφέλη που προκύπτουν από την πρόληψη δημιουργίας τους

και δίνονται οδηγίες για τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Δίνει το παράδειγμα εφαρμογής προγράμματος κομποστοποίησης το οποίο ανταμείβει όσους διαθέτουν εκεί τα οργανικά τους απόβλητα με το 10% του βάρους που διέθεσαν, σε κομπόστ (ERS– Greece, 2015).

Στον οδηγό αυτό γίνεται λόγος και για πράσινα κουπόνια με τα οποία επιβραβεύονται οι πολίτες που πηγαίνουν τα απόβλητά τους σε πράσινα σημεία συλλογής. Τα πράσινα αυτά κουπόνια μπορεί να παρέχουν πρόσβαση σε βιώσιμα προϊόντα των καταστημάτων του κάθε Δήμου (ERS– Greece, 2015).

Δίνονται επίσης οδηγίες για την πρόληψη δημιουργία αποβλήτων τροφίμων στα σχολεία η οποία μπορεί να επιτευχθεί με τον καλύτερο προγραμματισμό των γευμάτων, με διάθεση σε κοινωνικούς φορείς του πλεονάσματος τροφίμων ή σε κομποστοποίηση και αξιοποίηση του κομπόστ στους χώρους του σχολείου. Στον οδηγό αναφέρεται ότι είναι σημαντική η ευαισθητοποίηση του πληθυσμού στα σχολεία την οποία θα βοηθούσε η δημιουργία ιστοσελίδας για την παροχή πληροφορίας πάνω σε αυτό το θέμα (ERS– Greece, 2015).

Άλλη μια δράση στην Ελλάδα σχετική με το πλαίσιο κινητοποίησης και συντονισμένης δράσης για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της σπατάλης τροφίμων αποτελεί η συλλογική προσπάθεια με την ονομασία «Συμμαχία για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων».

Στους άξονες δράσης της συμπεριλαμβάνονται ενέργειες και δράσεις που αφορούν:

- α) στην ποσοτικοποίηση και καταγραφή των επιπέδων σπατάλης των τροφίμων,
- β) στην ενημέρωση, ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση των καταναλωτών, προμηθευτών και εργαζόμενων σε επιχειρήσεις τροφίμων,
- γ) στην προώθηση της έρευνας και της καινοτομίας, στην οποία περιλαμβάνονται ποσοτική και ποιοτική έρευνα σχετικά με την ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτόμων τεχνικών που συμβάλουν στην μείωση της σπατάλης τροφίμων και την περαιτέρω αξιοποίηση υποπροϊόντων σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας.
- δ) στη διευκόλυνση της δωρεάς τροφίμων σε άτομα που έχουν ανάγκη
- ε) στην παραγωγή μεταποιημένων τροφίμων για ανθρώπινη κατανάλωση
- στ) στην αξιοποίηση τροφίμων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση ως ζωοτροφές, εδαφοβελτιωτικά και παραγωγή βιοενέργειας
- ζ) στη βελτίωση των επισημάνσεων ημερομηνίας στα τρόφιμα

- η) στην πρόληψη των απωλειών φρούτων και λαχανικών στο στάδιο προ της συγκομιδής αλλά και στην προώθηση προϊόντων που δεν πληρούν κάποιες προδιαγραφές
- θ) στην πρόληψη της σπαταλής τροφίμων στις επιχειρήσεις εστίασης (Συμμαχία για τη μείωση σπατάλης τροφίμων, 2021).

4.2.2. Βελτίωση των υποδομών απο τη συγκομιδή μέχρι τον τελικό καταναλωτή.

Οι υποδομές και οι τεχνικές που ακολουθούνται απο το στάδιο της συγκομιδής μέχρι και το πιάτο του τελικού καταναλωτή πολλές φορές δεν είναι κατάλληλες με αποτέλεσμα να υπάρχει απώλεια τροφίμων. **Κατά τη συγκομιδή** προκειμένου οι απώλειες να είναι ελεγχόμενες, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τεχνικές και εξοπλισμός κατάλληλος για κάθε προϊόν. Για παράδειγμα ένας γάντζος με σακούλα συλλογής για τη συγκομιδή φρούτων απο ψηλά δέντρα, τα προστατεύει απο την πτώση στο έδαφος και την απόρριψή τους λόγω τραυματισμού. Για τη συγκομιδή άλλων λαχανικών, όπως το μαρούλι, το λάχανο και τις μελιτζάνες χρειάζονται εργαλεία κοπής. Επίσης η συγκομιδή πρέπει να γίνεται την κατάλληλη εποχή και όχι πιο πριν ή πιο μετά γιατί τα προϊόντα χάνουν την θρεπτική αξία τους και μπορεί να μην γίνουν αποδεκτά απο τον αγοραστή (FAO, 2013α). Μετά τη συγκομιδή, αν δεν τηρηθούν οι κανονες ορθής πρακτικής κατά την αποθήκευση, την μεταφορά, την επεξεργασία, την λιανική πώληση αλλά και τη συντήρησή τους στα νοικοκυριά, τότε μπορεί να αλλοιωθούν εύκολα και γρήγορα (FAO, 2013α).

Η αναπτυξη νέων τεχνολογιών αλλά και η εκπαίδευση των όλων εμπλεκόμενων στην τροφική αλυσίδα είναι σημαντική. **Για την αποθήκευση των προϊόντων** έχουν αναπτυχθεί νέες «πράσινες τεχνικές». Παράδειγμα τέτοιων τεχνικών είναι κατασκευές για την αποξήρανση φρούτων στον ήλιο, που τους δίνουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Άλλο ένα παράδειγμα είναι η χρήση ειδικών σάκων διατήρησης του ρυζιού που αποτρέπουν την είσοδο εντόμων, των τρωκτικών και της υγρασίας στο εσωτερικό τους και αυξάνουν την διάρκεια ζωής του ρυζιού χωρίς τη χρήση χημικών και φαρμάκων (FAO, 2013α).

Στο στάδιο της επεξεργασίας επίσης πρέπει να υιοθετηθούν καινοτόμες τεχνολογίες με τις οποίες να αποτρέπεται η απώλεια τροφίμων. Στις αναπτυσσόμενες χώρες που η απώλεια τροφίμων οφείλεται κυρίως στην έλλειψη υποδομών, χρειάζονται επενδύσεις στις

εγκαταστάσεις επεξεργασίας ενώ στις αναπτυγμένες χώρες που η απώλεια τροφίμων οφείλεται στην υπερπαραγωγή (FAO, 2013α).

Η επιλογή της σωστής συσκευασίας επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση της σπατάλης τροφίμων, αφού μπορεί να παρατείνει τη διάρκεια ζωής τους. Βέβαια θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τους πόρους που δαπανώνται για την κατασκευή τους. Θα πρέπει λοιπόν να αναπτυχθούν νέες καινοτόμες τεχνικές και στην επιλογή των υλικών συσκευασίας τα οποία να είναι ανακυκλώσιμα και βιοαποικοδομήσιμα (FAO, 2013α).

Στον τομέα της μεταφοράς τροφίμων τα πράγματα είναι πιο πολύπλοκα αφού η βελτίωση στον τομέα αυτό απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας τόσο για τη βελτίωση των μεταφορικών μέσων και υποδομών (οχήματα με ψυκτικά μηχανήματα, πλοία, τρένα, δρόμοι, λιμάνια, σιδηρόδρομοι), όσο και για τη μείωση του χρόνου που χρειάζεται για να φθάσουν τα προϊόντα από την παραγωγή στον τελικό αγοραστή. Η δημιουργία μικρότερων αλυσίδων εφοδιασμού μπορεί να έχει καλύτερο οικονομικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Η επιλογή προϊόντων από τις τοπικές μικρές αλυσίδες τροφίμων είναι προτιμότερη αφού τα προϊόντα που δεν έχουν υποστεί μεγάλες αποστάσεις στη μεταφορά διατηρούν τα χαρακτηριστικά τους και δεν είναι «ταλαιπωρημένα». Επιπλέον στηρίζεται η τοπική οικονομία και εξοικονομούνται επιπλέον χρήματα από την ενέργεια που χρειάζεται για τη μεταφορά προϊόντων από μακριά (FAO, 2013α). Βασικές και επαρκείς υποδομές χρειάζονται και στο λιανικό και στο χονδρικό εμπόριο των τροφίμων. Στις αναπτυσσόμενες χώρες οι χώροι που πωλούνται τα τρόφιμα δεν πληρούν τους απαιτούμενους υγειονομικούς όρους με αποτέλεσμα να μειώνεται ο χρόνος διατήρησης των τροφίμων. Μια απλή προσθήκη στέγης στις αγορές μπορεί να προστατεύσει τα τρόφιμα από τις καιρικές συνθήκες (ήλιος, βροχή) και ταυτόχρονα να αποτελέσει πηγή ενέργειας για τη λειτουργία ψυκτικών εγκαταστάσεων, αν τοποθετηθούν πάνω σε αυτή ηλιακοί συλλέκτες.

Στο στάδιο της λιανικής πώλησης μπορεί να αποφευχθεί μεγάλο μέρος από την απώλεια τροφίμων αν ακολουθηθούν απλές πρακτικές πρόληψης δημιουργίας τους. Αντιλήψεις που υπάρχουν στις ανεπτυγμένες χώρες ότι όσο περισσότερα προϊόντα προς πώληση υπάρχουν τόσο περισσότερα είναι τα κέρδη και ότι όταν ένα προϊόν πλησιάζει την ημερομηνία λήξης του είναι οικονομικότερη λύση του να πεταχτεί από το να πουληθεί, πρέπει να ξεπεραστούν. Υπάρχουν τακτικές που αν τις ακολουθήσουν οι έμποροι θα συμβάλλουν στην πρόληψη της δημιουργίας

απορριμμάτων τροφίμων και συγχρόνως θα αυξήσουν τα κέρδη τους. Πολλές εταιρείες μάλιστα χρησιμοποιούν τα τρόφιμα που βρίσκονται κοντά στην ημερομηνία λήξης τους για να παρασκευάζουν έτοιμα γεύματα που προσφέρουν και σε καλές τιμές. Επίσης οι επιχειρήσεις, τα ξενοδοχεία και τα ιδρύματα (π.χ. νοσοκομεία, γηροκομεία, σχολεία κλπ) πρέπει να σχεδιάζουν τις ποσότητες και το είδος των γευμάτων που μαγειρεύουν ανάλογα με τις ανάγκες τους και τις διατροφικές προτιμήσεις του κοινού που εξυπηρετούν. Το μέγεθος των μερίδων θα πρέπει να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μην αφήνει περιθώριο για υπολειμματα τροφής και το μαγείρεμα να γίνεται κατά παραγγελία.

4.2.3 Βελτίωση στις ετικέτες των τροφίμων

Σε πολλές χώρες οι οποίες εστιάζουν στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων εφαρμόζονται μέτρα πολιτικής οικολογικής σήμανσης με σκοπό την ευαισθητοποίηση των καταναλωτών και την δημιουργία του αισθήματος ευθύνης στους παραγωγούς και διανομείς. Στην νέα οδηγία πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU 2008 2018B) για τα απόβλητα προβλέπεται η παρακολούθηση της προόδου σε αυτόν τον τομέα με εναρμονισμένο τρόπο (EEA, 2020).

Οι νομοθέτες (ειδικά στις ανεπτυγμένες χώρες) έχουν επιβάλει πολύ αυστηρά μέτρα ασφαλείας όσον αφορά τα πρότυπα επισήμανσης της ημερομηνίας λήξης και καλούνται να αναθεωρήσουν κάποιους κανονισμούς και να βγάλουν σαφέστερες οδηγίες για τις επιχειρήσεις και τους καταναλωτές (EEA, 2020). Ο κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμβάλει στη μείωση της απώλειας και σπατάλης τροφίμων χρησιμοποιώντας δύο ορισμούς για τις ημερομηνίες λήξης των τροφίμων, «καλύτερα πριν» που σχετίζεται με την ποιότητα του τροφίμου και «ημερομηνία λήξης» (για κατανάλωση όχι αργότερα απο), που σχετίζεται με την ασφάλειά του (Martins de Oliveira et al., 2021). Ωστόσο, κύριος παράγοντας που συμβάλει στην παραγωγή απορριμμάτων τροφίμων απο τους καταναλωτές, είναι η έλλειψη γνώσης σχετικά με τις ετικέτες ημερομηνίας. Υπάρχει σύγχυση μεταξύ της ημερομηνίας λήξης (κατανάλωση μέχρι) και της ημερομηνίας ελάχιστης διάρκειας (βέλτιστη κατανάλωση πριν) (EEA, 2020).

Το 2018 δύο μεγάλες εταιρείες γαλακτοκομικών προϊόντων και ένας παραγωγός αυγών στη Νορβηγία στην προσπάθειά τους να συμβάλουν στη μείωση των αποβλήτων τροφίμων,

παρουσίασαν συσκευασίες με ετικέτες που έγραφαν «καλύτερα πριν, αλλά όχι άσχημα μετά». Αυτή η απόφαση βασίστηκε εν μέρει στο γεγονός ότι σχεδόν το 1/3 των Νορβηγών πέταγαν γάλα κατά την ημερομηνία λήξης χωρίς πρώτα να ελέγξουν αν ήταν ακόμα καλό (EEA, 2020).

Στο Ηνωμένο Βασίλειο η WRAP συνεργάζεται με επιχειρήσεις τροφίμων προκειμένου να ακολουθήσουν βέλτιστες πρακτικές που θα τους βοηθήσουν να σπαταλούν λιγότερο φαγητό και να το εκτιμούν περισσότερο. Στις πρακτικές αυτές συμπεριλαμβάνεται και η χρήση ετικετών με οδηγίες για ορθότερη αποθήκευση των τροφίμων διατηρώντας τα έτσι πιο φρέσκα και παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής τους. Στις ετικέτες αυτές συμπεριλαμβάνεται και το εικονίδιο με «το μικρό μπλε ψυγείο» για είδη όπως για παράδειγμα τα μήλα τα οποία συντηρούνται μεν εκτός ψυγείου, αλλά αποθηκεύονται καλύτερα και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στους 5 °C (HM Government, 2018).

Οι ετικέτες τροφίμων επίσης μπορούν να βοηθήσουν στην ενημέρωση του καταναλωτή και να αυξήσουν την ευαισθητοποίησή του όσον αφορά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχει η κατανάλωση συγκεκριμένων τροφίμων, καθώς επίσης να βοηθήσουν και στην υποστήριξη παραγωγών που παράγουν βιώσιμα προϊόντα. Ετικέτες με ενδείξεις με το αποτύπωμα άνθρακα και το υδατικό αποτύπωμα των τροφίμων παρέχουν στους καταναλωτές ένα μέσο για να συγκρίνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις διαφορετικών προϊόντων και να επιλέγουν τεκμηριωμένα το περισσότερο βιώσιμο. Σε μελέτη που έγινε από τους Leach, et al., 2016, πρωταρχικός στόχος της οποίας ήταν να προτείνει μια ευέλικτη μεθοδολογία για τον σχεδιασμό ετικετών με ενδείξεις των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, περιγράφονται τρόποι υπολογισμού των αποτυπωμάτων άνθρακα, αζώτου και νερού και τέσσερις διαφορετικοί τύποι ετικετών. Τα τέσσερα αυτά διαφορετικά σχέδια ετικετών είναι:

1. η ετικέτα με αστέρια,
2. η ετικέτα stoplight,
3. η ετικέτα με τα πρόσθετα και
4. η ετικέτα με συγκριτικά στοιχεία.

Στην ετικέτα με τα αστέρια χρησιμοποιείται ένα σύστημα αξιολογησης του τροφίμου σε σχέση με το αποτύπωμα άνθρακα, νερού και αζώτου, με αστέρια. Όσο λιγότερα αστέρια έχει τόσο λιγότερο βιώσιμο είναι το προϊόν (ξεκινάει από 0 αστέρια που είναι το μη βιώσιμο έως τρία αστέρια που είναι το πιο βιώσιμο).

Η ετικέτα με stoplight στην οποία περιγράφεται κάθε αποτύπωμα χωριστά με σύστημα χρωματικής κωδικοποίησης. Το πράσινο χρώμα αντιπροσωπεύει το μικρό αποτύπωμα, ενώ το κόκκινο αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο αποτύπωμα.

Η τρίτη ετικέτα αφορά την προσθήκη πληροφορίας του αποτυπώματος άνθρακα νερού και αζώτου στην ήδη υπάρχουσα ετικέτα με τα διατροφικά στοιχεία.

Τέλος η τέταρτη ετικέτα παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα αποτυπώματα του συγκεκριμένου τροφίμου και συγκρίσεις με άλλου είδους τρόφιμο. Για παράδειγμα συγκρίνεται ένα προϊόν κοτόπουλου έναντι ενός προϊόντος από κρέας βοδινό.

Οι ετικέτες ανεξαρτήτως με το ποια από όλες θα επιλεγεί, μπορούν να βοηθήσουν στην ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με τη παραγωγή τροφίμων καθώς και στην υποστήριξη παραγωγών που διαθέτουν βιώσιμα προϊόντα (Leach, et al., 2016).

4.2.4 Εκμετάλλευση των υποπροϊόντων τροφίμων στον κόσμο της γαστρονομίας

Λόγω της αυξανόμενης σημασίας της βιωσιμότητας στον τομέα των τροφίμων τελευταία έχει ξεκινήσει μια τάση στη χρησιμοποίηση των υποπροϊόντων που παράγονται κατά τη διάρκεια των διαφορετικών σταδίων της τροφικής αλυσίδας (π.χ φρούτα και λαχανικά με ελαττώματα, φλούδες και υποπροϊόντα ζωικής προέλευσης για εξοικονόμηση κόστους και ανάπτυξη νέων προϊόντων και πιάτων. Δύο από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στον κόσμο της γαστρονομίας αλλά και σε πολλά νοικοκυριά είναι οι τάσεις «από το φύλλο στη ρίζα» και «από τη μύτη ως την ουρά». Η πρώτη αφορά στην αποτελεσματική χρήση των φυτικών τροφίμων. Δηλαδή αξιοποιούνται όλα τα μέρη του φυτού, αυτά που συνήθως καταναλώνονται αλλά και αυτά που συνήθως πετιούνται. Η δεύτερη τάση αφορά στη χρήση όσο το δυνατόν περισσότερων μερών ενός σφαγμένου ζώου με εξαίρεση τη γούνα, τις τρίχες, τα νύχια, τα βλέφαρα, τους έσω ακουστικούς πόρους και τους ιστούς γύρω από την περιοχή του λαιμού όπου κόπηκαν τα αιμοφόρα αγγεία για την αφαίμαξη.

Τα μέρη που θεωρούνται ως βρώσιμα εξαρτώνται και από τις προτιμήσεις των καταναλωτών, την κουλτούρα, την εξοικίωση με διάφορα προϊόντα και το κοινωνικό υπόβαθρο. Οι καταναλωτές αρχικά παρουσιάζουν δυσκολία στο να αποδεχτούν καινοτόμα τρόφιμα που

προέρχονται απο υποπροϊόντα. Οι παραγωγοί τους όμως μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά λήψης αποφάσεων παρέχοντάς τους πληροφορίες ώστε να τους βοηθήσουν να αξιολογήσουν τα νέα αυτά προϊόντα (Nitzko and Spiller, 2019).

4.3 ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

Ως επαναχρησιμοποίηση ορίζεται συνήθως ως η εκ νέου χρήση ενός αντικειμένου ή υλικού, είτε για τον αρχικό του σκοπό είτε για παρόμοιο. Αυτό σημαίνει ότι η τροφή προορίζεται για δευτερογενή αγορά ή για δωρεά σε άτομα που έχουν ανάγκη. Η περίπτωση αυτή μπορεί να επιλεγθεί όταν το πλεόνασμα τροφής διατηρείται στην ανθρώπινη αλυσίδα τροφίμων σε τέτοια κατάσταση ώστε να διατηρεί τον αρχικό της σκοπό και να μην απαιτείται σπατάλη πρόσθετων πόρων για να παραχθούν νέα τρόφιμα. Εάν η τροφή αυτή δεν είναι κατάλληλη για ανθρώπινη κατανάλωση, τότε η επόμενη κατάλληλη επιλογή είναι η παραγωγή ζωοτροφής διατηρώντας έτσι τους πόρους που σε αντίθετη περίπτωση θα γινόταν χρήση εμπορικής ζωοτροφής. Η επαναχρησιμοποίηση είναι προτιμότερη σε σχέση με την ανακύκλωση γιατί απαιτεί λιγότερη ενέργεια και λιγότερη κατανάλωση πόρων (FAO, 2013α).

4.3.1 Πλατφόρμες αναδιανομής τροφίμων

Ένα ακόμη μέτρο για τη μείωση των απωλειών τροφίμων είναι οι πλατφόρμες αναδιανομής τροφίμων και η προώθηση τροφίμων «δεύτερης» κατηγορίας απο τους λιανοπωλητές (ΕΕΑ, 2020). Πολλές φορές τα τρόφιμα απορρίπτονται όταν δεν πληρούν αισθητικά κριτήρια ή όταν η ζήτηση δεν είναι όση η προσφορά, ενώ κατα τ'άλλα είναι καλά για να καταναλωθούν. Οι εναλλακτικές αγορές (κατευθείαν απο τον πάγκο του αγρότη) ή μικρές επιχειρήσεις που πωλούν προϊόντα έρχονται να φέρουν λύση σε αυτό το θέμα (FAO, 2013α).

4.3.2 Δωρεά τροφίμων

Οι στατιστικές έχουν δείξει ότι περίπου 800 εκατομμύρια άνθρωποι ανά τον κόσμο υποφέρουν απο υποσιτισμό ή απο πείνα. Αυτό το πρόβλημα της επισιτιστικής ασφάλειας μπορεί να λυθεί με τη μείωση της σπατάλης τροφίμων (Attiq S.et all, 2021). Ωστόσο η ποσότητα του φαγητού

που δωρίζεται σε φιλανθρωπικά ιδρύματα είναι πολύ μικρή σε σχέση με τα διαθέσιμα πλεονάζοντα τρόφιμα παγκοσμίως γιατί αντιμετωπίζει μια σειρά από δυσκολίες (FAO, 2013α). Αν και δεν αποτελεί την απόλυτη λύση για τη σπατάλη τροφίμων, είναι μια καλή επιλογή από περιβαλλοντικής, ηθικής και κοινωνικής άποψης.

Σε διάφορες χώρες όπως στην Τσεχία, στη Γαλλία, στην Ιταλία και στην Πολωνία υπάρχουν ρυθμιστικά μέτρα πάνω στη δωρεά τροφίμων. Από το 2016 στη Γαλλία έχει απαγορευτεί η καταστροφή τροφίμων που δεν πωλήθηκαν και τα μεγάλα σουπερμαρκετ είναι υποχρεωμένα να δωρίζουν απούλητα αλλά κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση τρόφιμα σε κοινωνικά ιδρύματα ή να τα διαθέτουν για παρασκευή ζωοτροφών ή να τα κομποστοποιούν. Στην Ιταλία ψηφίστηκε νόμος που καθορίζει τους όρους για την αναδιανομή πλεονασματικών τροφίμων για φιλανθρωπικούς σκοπούς. Με τον νόμο αυτό δεν προβλέπονται κυρώσεις αλλά φοροελαφρύνσεις για όσες εταιρείες βοηθούν στον σκοπό αυτό (EEA, 2020).

Όλες οι δωρεές τροφίμων πρέπει να συμμορφώνονται με τους Κανονισμούς περί δικαίου τροφίμων. Οι υπεύθυνοι μιας επιχείρησης πρέπει να συμμορφώνονται με τους ισχύοντες κανονισμούς είτε πουλούν είτε δωρίζουν τρόφιμα. Ακόμα και οι τράπεζες τροφίμων και οι φιλανθρωπικές οργανώσεις θεωρούνται «επιχειρήσεις τροφίμων» (Giroto et al., 2015).

Οι δωρεές τροφίμων σε κοινωνικές υπηρεσίες παράγει πολύπλευρα οφέλη. Από τη μια συμβάλλουν στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων, έχουν οικονομικά κέρδη εφόσον μειώνεται η δαπάνη διαχείρισης των αποβλήτων και από την άλλη έχουν και κοινωνική συμβολή και δημιουργείται θετική εικόνα για την εταιρεία που κάνει τη δωρεά (Giroto et al., 2015).

Στην Ελλάδα το τελευταίο διάστημα γίνονται όλο και πιο πολλές οι επιχειρήσεις που κάνουν δωρεά «προς λήξη» τροφίμων ή πλεονάζοντων τροφίμων σε ιδρύματα (Συμμαχία για τη μείωση σπατάλης τροφίμων, 2021).

4.3.3 Παραγωγή ζωοτροφών

Η επόμενη καλύτερη λύση όταν το πλεόνασμα των τροφίμων δεν προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση όπως φλούδες λαχανικών και μη ασφαλή τρόφιμα, είναι η χρήση τους για ζωοτροφές. Με αυτόν τον τρόπο διαφυλάσσονται φυσικοί πόροι που θα χρειαζόντουσαν για την

παραγωγή ζωοτροφών. Το ποσοστό διαφύλαξης των φυσικών πόρων εξαρτάται από την διαδικασία που ακολουθείται για την επεξεργασία αυτών μέχρι να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφές. Ανάλογα με τη φύση του τροφίμου και τους ισχύοντες κανονισμούς, τα πλεονάσματα τροφίμων μπορούν να δοθούν απευθείας σε ζώα είτε μετά από μικρή επεξεργασία (βρασμό) είτε πιο πολύπλοκες επεξεργασίες (π.χ. αφυδάτωση).

Τα απόβλητα από τρόφιμα ζωϊκής προέλευσης χρήζουν ιδιαίτερης αντιμετώπισης προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος μετάδοσης ασθενειών. Σε πολλά κράτη υπάρχουν κανονισμοί που απαγορεύουν τη χρήση ορισμένων κατηγοριών απορριμμάτων τροφίμων για ζωοτροφές. Για παράδειγμα το 2001 η πρακτική σίτισης ζώων με υπολείμματα τροφίμων στο Ηνωμένο Βασίλειο σταμάτησε όταν ξέσπασε Σπογγώδης Εγκεφαλοπάθεια Βοοειδών από μια φάρμα που τάζε τα ζώα με υπαλείμματα τροφίμων χωρίς προηγουμένως να τα έχει επεξεργαστεί όπως προβλεπόταν (με βρασμό) για την καταπολέμηση παθογόνων μικροοργανισμών. Την τακτική αυτή ακολούθησαν και άλλες χώρες στη συνέχεια και θεσπίστηκαν μέτρα όσον αφορά στη χρήση ζωϊκών υποπροϊόντων ως ζωοτροφών (FAO, 2013α).

Ένα παράδειγμα παραγωγής ζωοτροφών για κοτόπουλα και παραγωγή υγρού λιπάσματος αναφέρεται στη μελέτη των Siddiqui et al., (2021), σύμφωνα με την οποία, τα απόβλητα τροφίμων λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά συστατικά και μέταλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ζωοτροφών. Υπάρχουν πολλές μελέτες που έχουν ασχοληθεί με την παραγωγή ζωοτροφών για κοτόπουλα, για κατοικίδια ζώα και ιχθυοτροφών από απόβλητα τροφίμων. Έχει αποδειχθεί ότι κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής που τρέφονταν με ζωοτροφές από απόβλητα τροφίμων είχαν παρόμοιες επιδόσεις με αυτά που τρέφονταν με καλαμπόκι και σόγια. Επίσης το παραγόμενο υγρό απόβλητο είχε παρόμοιες συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών με αυτά που χρησιμοποιούνται στο υδροπονικό σύστημα. Τα απόβλητα τροφίμων μπορούν να μετατρέπονται πλήρως σε ζωοτροφή για κοτόπουλα και σε υγρό λίπασμα χωρίς να παράγονται άλλα απόβλητα. Αυτή η διαδικασία βοηθά την κυκλική οικονομία της παραγωγής, κατανάλωσης και ανακύκλωσης αποβλήτων τροφίμων.

Η υιοθέτηση αυτής της προσέγγισης κυκλικής οικονομίας παρέχει οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη σε παγκόσμια κλίμακα. Η παραγωγή αυτών των προϊόντων φαίνεται να είναι περιβαλλοντικά και κοινωνικά ανώτερη από άλλες επιλογές επεξεργασίας αποβλήτων τροφίμων. Ωστόσο υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω έρευνα για την οικονομική σκοπιμότητα, το

σύστημα συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης των αποβλήτων πριν την επεξεργασία τους καθώς επίσης την αξία και την ασφάλεια του τελικού προϊόντος (Siddiqui et al., 2021).

Σε άλλη μελέτη Berbel et al., 2018, γίνεται αναφορά την αξιοποίηση των προϊόντων της βιομηχανίας ελαιολάδου για παραγωγή ζωοτροφών και εν συνεχεία για την συμβολή τους στην παραγωγή υγιεινών τροφών για τον άνθρωπο, αφού ότι ταΐζεται στα ζώα καθορίζει αυτό που τελικά θα καταναλώσει ο άνθρωπος. Αναφέρεται ότι τα υποπροϊόντα που προκύπτουν από την ελαιοπαραγωγή και τη βιομηχανία παραγωγής ελαιολάδου ενώ αποτελούν σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα στις περιοχές της Μεσογείου, περιέχουν εξαιρετικά πολύτιμα συστατικά. Η χρήση αυτών των προϊόντων μπορεί να βοηθήσει παραγωγή ζωοτροφών με μειωμένα κορεσμένα λιπαρά οξέα και αυξημένα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα με ευεργετικές ιδιότητες στη χρήση τους και ταυτόχρονη μείωση του κόστους σίτισης και του περιβαλλοντικού κόστους στην κτηνοτροφία (Berbel et al., 2018). Ιδιαίτερα για τα θηλάζοντα ζώα έχει παρατηρηθεί ότι τα φύλλα ελιάς οδηγούν σε βελτίωση της ποιότητας του λίπους του γάλακτος σε σύγκριση με τις δίαιτες που βασίζονται σε συμβατικές ζωοτροφές (Berbel et al., 2018).

4.4 ΑΝΑΚΥΛΩΣΗ – ΑΝΑΚΤΗΣΗ

Ανακύκλωση είναι η μετατροπή των απορριμμάτων σε νέο προϊόν. Η αναερόβια χώνευση η κομποστοποίηση, η αποτέφρωση για ανάκτηση ενέργειας και το rendering (μέθοδος συμπίεσης) αποτελούν επιλογές ανακύκλωσης που επιτρέπουν την ανάκτηση ενέργειας ή άλλων ουσιών (FAO) 2013). Όταν το φαγητό φτάσει στο σημείο της ανακύκλωσης σημαίνει ότι όλοι οι πόροι που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για την παραγωγή του φαγητού έχουν χαθεί και ένα μέρος μόνο αυτών μπορεί να ανακτηθεί. Για παράδειγμα με την αναερόβια χώνευση ενός τόνου τομάτας, ανακτάται μόλις το 0,75% των πόρων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την παραγωγή τους, που σημαίνει ότι θα ήταν προτιμότερο να μην έχουν παραχθεί από την αρχή αυτές οι ντομάτες παρά να μετατραπούν σε ενέργεια μέσω της αναερόβιας χώνευσης. Όπως και να έχει όμως αν υπήρχε ερώτημα επιλογής μεταξύ αναερόβιας χώνευσης και απόρριψης σε χώρους υγειονομικής ταφής είναι σαφώς καλύτερη η επιλογή της αναερόβιας χώνευσης. Με την απόρριψη στους χώρους υγειονομικής ταφής παράγεται μεγάλη ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου και υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του εδάφους και των υδάτινων πόρων σε περίπτωση που δεν λαμβάνονται τα προληπτικά μέτρα που απαιτούνται (FAO, 2013). Η ανακύκλωση βοηθά στη μείωση των

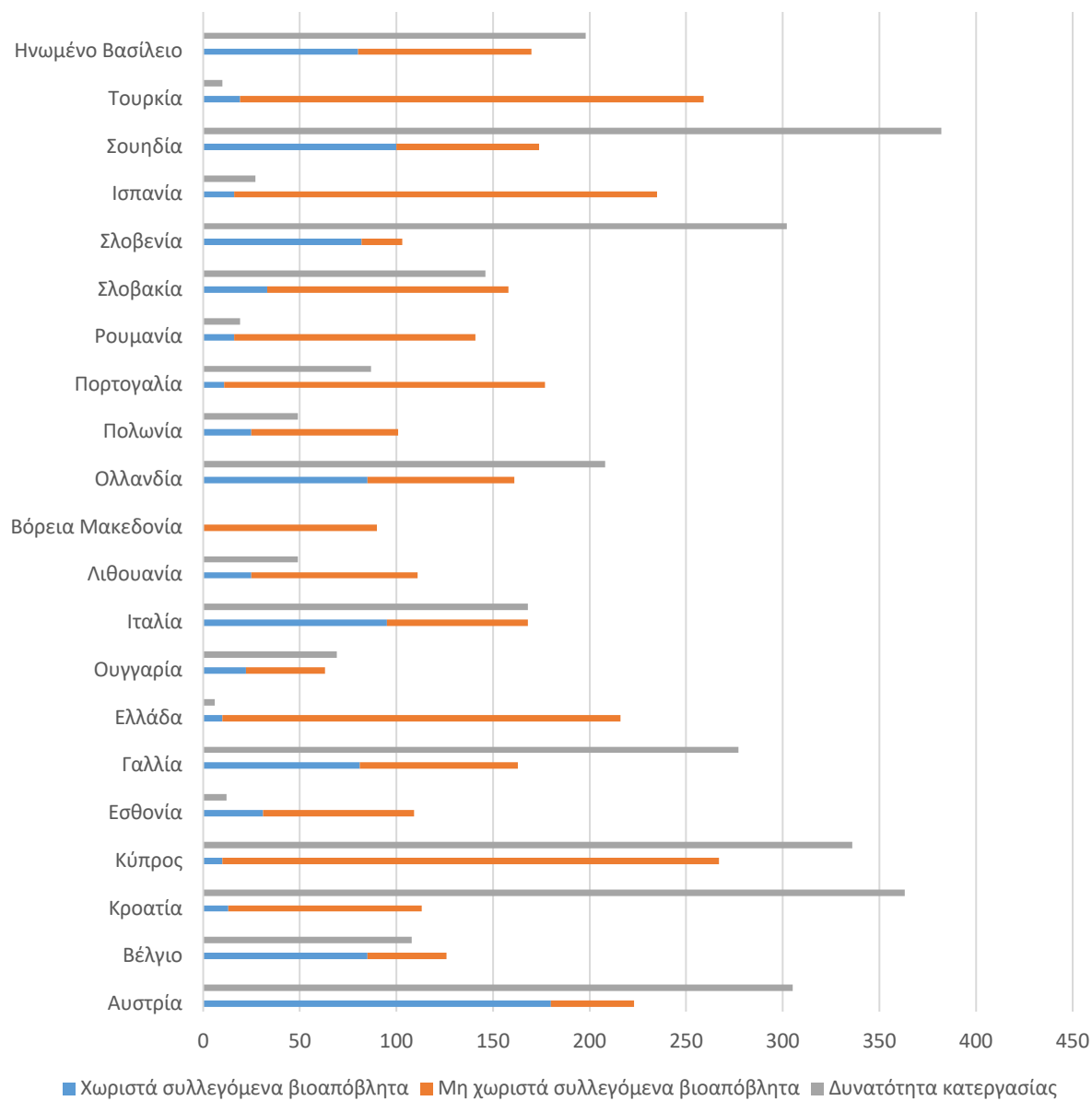
εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αφού με αυτόν τρόπο υπάρχει έμμεση εξοικονόμηση ενέργειας και αποφυγή παραγωγής νέων αερίων θερμοκηπίου λόγω ανάκτησης υλικών (Bogner, J. et al., 2007). Με την αναερόβια χώνευση έχουμε παραγωγή ενέργειας και τα υπολείμματα που μένουν χρησιμοποιούνται ως εδαφοβελτιωτικά. Η κομποστοποίηση είναι άλλη μια διαδικασία ανακύκλωσης. Θεωρείται λιγότερο αποτελεσματική μέθοδος από την αναερόβια χώνευση αλλά και αυτή είναι προτιμότερη από την επιλογή της υγειονομικής ταφής (FAO, 2013α, EEA 2020).

Πολλές χώρες, ανεπτυγμένες αλλά και αναπτυσσόμενες εφαρμόζουν κομποστοποίηση και αναερόβια χώνευση μικτών βιοαποβλήτων. Και οι δύο διαδικασίες είναι αποτελεσματικότερες όταν τα απορρίμματα διαχωρίζονται στη πηγή (Bogner et al., 2007). Προκειμένου να γίνει βιώσιμη επεξεργασία και των αποβλήτων τροφίμων απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο διαχωρισμός αυτών από τα υπόλοιπα αστικά απόβλητα στην πηγή, δηλαδή η συλλογή τους να γίνεται ξεχωριστά στον τόπο που παράγονται. Ο διαχωρισμός τους από τα υπόλοιπα αστικά απόβλητα τα διατηρεί καθαρά από άλλες προσμίξεις. Με αυτόν τον τρόπο το παραγόμενο κομπόστ ή το χωνεμένο υπόλειμμα είναι καλής ποιότητας ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βελτιωτικά εδάφους ή ως λιπάσματα (EEA, 2020).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρόκειται να προτείνει συστήματα ξεχωριστής συλλογής απορριμμάτων. Για τα συστήματα αυτά απαιτείται μια αρχική επένδυση το κόστος της οποίας εξαρτάται από το σύστημα συλλογής που θα επιλεγεί, τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό, τη συχνότητα συλλογής και τις καιρικές συνθήκες. Οι αναλύσεις κόστους-οφέλους αυτού του συστήματος δείχνουν ότι μακροχρόνια θα φέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη και επιπλέον δημιουργεί ευκαιρία για νέες θέσεις εργασίας (EEA, 2020). Από συγκριτική ανάλυση που έγινε μεταξύ 19 διαφορετικών περιπτώσεων στην Ευρώπη, έδειξε ότι η αποτελεσματικότητα των χωριστών συστημάτων συλλογής των αποβλήτων δείχνει βελτίωση με το χρόνο και υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες επιτεύχθηκε βελτίωση σε σύντομο χρονικό διάστημα (EEA, 2020).

Η πλειοψηφία των Ευρωπαϊκών αποβλήτων τροφίμων είναι ετερογενή ως προς τη σύνθεσή τους (Albizzati et al., 2020). Σε πολλά κράτη όπως η Αυστρία και η Σλοβενία η ξεχωριστή συλλογή γίνεται περίπου σε αρκετά μεγάλο ποσοστό ενώ σε άλλα κράτη όπως η Πορτογαλία, η Ισπανία και η Ελλάδα το ποσοστό αυτό ανέρχεται σε πάρα πολύ μικρά ποσοστά, όπως αυτό φαίνεται

στο γράφημα 7, ενώ πολλές άλλες χώρες έχουν εισάγει πιλοτικά έργα για χωριστή συλλογή βιολογικών αποβλήτων σε επιλεγμένες πόλεις ή περιοχές.



Γράφημα 7: Ποσοστά χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων σε σχέση με την μική στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕΑ, 2020)

Για να είναι επιτυχημένη η εφαρμογή του συστήματος χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων θα πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένοι στοχοι όπως:

- Στοχευμένοι τύποι αποβλήτων που πρέπει να συλλέγονται χωριστά
- Επιλογή συστήματος συλλογής. Όπως για παράδειγμα το σύστημα συλλογής απο πόρτα σε πόρτα, σημεία εναπόθεσης στον δρόμο, σημεία εξυπηρέτησης κατά παραγγελία κλπ
- Να δίνονται οικονομικά κίνητρα σε όσους ακολουθούν το σύστημα διαχωρισμού των αποβλήτων. Όπως για παράδειγμα το σύστημα «πληρώνετε όσο πετάτε»

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης και η χρήση πλαστικών σακουλών ή σακουλών που είναι φτιαγμένες απο βιοδιασπώμενα προϊόντα των οποίων η χρήση ποικίλει στην Ευρώπη. Σε ορισμένες χώρες χρησιμοποιούνται ως μέσο για την διευκόλυνση της διαδικασίας συλλογής τους και σε άλλες χώρες δεν είναι αποδεκτή η χρήση τους. Το σίγουρο είναι ότι η χρήση τους χρήζει προσεκτικής εξέτασης ανάλογα με την υποδομή της επεξεργασίας που πρόκειται να υποστούν. Για παράδειγμα κάποια τέτοια προϊόντα είναι κατάλληλα για την βιομηχανική κομποστοποίηση ενώ δεν βιοδιασπώνται στη φύση ή στους οικιακούς κάδους κομποστοποίησης (EEA, 2020).

Δεν υπάρχουν πολλές μελέτες σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση ανάμικτων αποβλήτων. Σε αξιολόγηση που έγινε σχετικά με το αποτύπωμα άνθρακα της παραγωγής και υγρών και ξηρών ζωοτροφών απο ανάμεικτα απόβλητα τροφίμων στην Κορέα, έδειξε ότι ακόμα και η χρήση ανάμικτων αποβλήτων τροφίμων για την παραγωγή προϊόντων υψηλής αξίας έχει περισσότερα οφέλη απο την επιλογή της υγειονομικής ταφής ή της κομποστοποίησης (Albizzati et al., 2020).

4.4.1 Αναερόβια χώνευση

Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία κατά την οποία κάτω απο ελεγχόμενες συνθήκες εντός κλειστών δοχείων και απουσία οξυγόνου, τα οργανικά απόβλητα μετατρέπονται σε χρήσιμα προϊόντα, όπως βιοκαύσιμα. Τα βιοκαύσιμα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καύσιμο σε οχήματα, παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας ή να εξευγενιστεί και να περάσει στο δίκτυο αερίου και εδαφοβελτιωτικά (Pham, et al., 2014).

Τα απόβλητα τροφίμων περιέχουν ως επί το πλείστον οργανικά συστατικά τα οποία είναι μια καλή επιλογή για την αναερόβια χώνευση. Ωστόσο, η υψηλή περιεκτικότητα αλατιού στα

απόβλητα τροφίμων πολλές φορές αναστέλλει τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης (Pham, et al., 2014).

Προκειμένου η διαδικασία της αναερόβιας ζύμωσης να είναι αποτελεσματική θα πρέπει να έχει προηγηθεί διαχωρισμός των απορριμμάτων στην πηγή τους (FAO, 2013α). Επιπλέον είναι κατάλληλη διαδικασία για απόβλητα με υψηλή υγρασία (Bogner et al., 2007).

Μέχρι πρόσφατα η τεχνολογία αυτή εφαρμοζόταν κυρίως σε ανεπτυγμένες χώρες αλλά τώρα έχουν αρχίσει και τη χρησιμοποιούν και στις ανεπτυγσόμενες χώρες διότι και εκεί υπάρχουν μεγάλα προβλήματα με τα απόβλητα των τροφίμων αλλά και λόγω του ότι οι τιμές των καυσίμων έχουν φτάσει στα ύψη (FAO, 2013β).

Με την αναερόβια χώνευση παράγεται βιοαέριο και βιοστερεά. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή θερμότητας ή να παραχθεί καύσιμο ή να εξευγενιστεί και να διοχετευτεί απευθείας σε δίκτυο αερίου. Το παραγόμενο χωνεμένο υπόλειμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα ή βελτιωτικό εδάφους (FAO, 2013α, Bogner et al., 2007, EEA, 2020). Κάθε ένα από αυτά τα προϊόντα έχει διαφορετικό βαθμό περιβαλλοντικού οφέλους και μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο εκμεταλλεύσιμο ανάλογα με την θέση του εργοστασίου. Η δυνατότητα της παραγωγής αυτών των δύο προϊόντων θέτει σε προτιμότερη θέση την αναερόβια χώνευση από την κομποστοποίηση. Ωστόσο η κατασκευή και η συντήρηση των εγκαταστάσεων αναερόβιας χώνευσης κοστίζουν ακριβά και απαιτούν υποχωρήσεις (FAO), 2013α).

4.4.2 Κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση είναι μια διαδικασία κατά την οποία τα απόβλητα αποσυντίθενται σε CO₂, νερό και χουμικό κλάσμα. Συνήθως πραγματοποιείται παρουσία οξυγόνου. Η χουμική ουσία που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα ή βελτιωτικό εδάφους (EEA, 2020). Είναι μια διαδικασία που λειτουργεί καλύτερα όταν το προς κομποστοποίηση υλικό δεν έχει μεγάλα ποσοστά υγρασίας (Bogner et al., 2007). Η απόδοσή της είναι καλύτερη όταν υπάρχει μίγμα οργανικών ουσιών, δηλαδή υπολειμμάτων τροφίμων και οργανική ύλη που βελτιώνει την δομή όπως τα απόβλητα από τον κήπο (EEA, 2020).

Σε πολλές χώρες παγκοσμίως μόνο ένα μικρό ποσοστό απο τα απόβλητα τροφίμων κομποστοποιείται αφού το μεγαλύτερο ποσοστό καταλήγει στις χωματερές με το σύνολο των αστικών στερεών αποβλήτων. Σε επίπεδο αποβλήτων Δήμου χρησιμοποιείται η κομποστοποίηση εντός κλειστών δοχείων. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται απο κλειστές μεταλλικές, ή πλαστικές ή τσιμεντένιες αποθήκες στις οποίες η ροή του αέρα και η θερμοκρασία είναι ελεγχόμενες (FAO, 2013α).

Η κομποστοποίηση στο σπίτι, εαν γίνεται σωστά, αποτελεί τον πλέον βιώσιμο τρόπο διαχείρισης των βιοαποβλήτων (απόβλητα τροφίμων και απόβλητα κήπων). Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η ανάγκη για χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων όπως επίσης και το κόστος μεταφοράς των απορριμμάτων σε κεντρικές μονάδες διαχείρισης (European Environment Agency, 2020). Προσφέρει υψηλά περιβαλλοντικά οφέλη. Μπορεί να εκτρέψει απο το δημοτικό δίκτυο συλλογής απορριμμάτων εως και 150 κιλά απορριμμάτων ετησίως ανά νοικοκυριο και γι'αυτό είναι καλό να εξεταστεί απο τις τοπικές αρχές το ενδεχόμενο προώθησης της κομποστοποίησης στο σπίτι (FAO, 2013α). Για να χρησιμοποιηθεί όμως σε επίπεδο νοικοκυριού απαιτούνται γνώσεις προκειμένου να γίνεται σωστά. Όσοι κάνουν κομποστοποίηση στο σπίτι πρέπει για παράδειγμα να γνωρίζουν ότι δεν είναι όλα τα οικιακά απορρίμματα καταλλήλα για κομποστοποίηση. Τρόφιμα ζωικής προέλευσης ή μαγειρεμένα τρόφιμα μπορεί να προσελκύουν παράσιτα. Ευρύτερες σειρές τροφίμων μπορούν να δεχτούν άλλα συστήματα όπως της αναερόβιας χώνευσης που χρησιμοποιούνται σε επίπεδο Δήμου (EEA, 2020).

Τα οφέλη απο τη χρήση του κομπόστ είναι πολλά, κάποια απο τα οποία αναφέρονται παρακάτω αφού οδηγούν στη μείωση της χρήσης χημικών λιπασμάτων, έχουν υψηλές αποδόσεις στις καλλιέργειες, μπορούν να βοηθήσουν στην αναδάσωση και στην αποκατάσταση υγροτόπων με τη βελτίωση μολυσμένων εδαφών, ενισχύει την κατακράτηση νερού απο τα εδάφη και βοηθά στη δέσμευση άνθρακα (EPA, 2022). Επιπλέον, το κομπόστ φαίνεται να έχει ευεργετικές χρήσεις στην καταστολή ασθενειών και στην αποτροπή παρασίτων των καλλιεργειών.

Ο έλεγχος ασθενειών με κομπόστ έχει αποδοθεί σε τέσσερις πιθανούς μηχανισμούς:

- (1) Στον επιτυχή ανταγωνισμό για θρεπτικά συστατικά από ωφέλιμους μικροοργανισμούς.
- (2) Στην παραγωγή αντιβιοτικών από ωφέλιμους μικροοργανισμούς.
- (3) Στην επιτυχή θήρευση έναντι παθογόνων από ωφέλιμους μικροοργανισμούς

(4) Στην ενεργοποίηση γονιδίων ανθεκτικών στις ασθένειες στα φυτά από κομπόστ.

Με την εφαρμογή του κομπόστ μπορεί να μειωθεί ή να αντικατασταθεί η εφαρμογή φυτοφαρμάκων, μυκητοκτόνων και νηματοκτόνων και κατά συνέπεια να μειωθεί το περιβαλλοντικό αντίκτυπο αυτών των ουσιών στους υδατινους πόρους, την ασφάλεια των τροφίμων και των εργαζομένων στις καλλιέργειες.

Επιπλέον η κομποστοποίηση φαίνεται να είναι μια βιώσιμη και οικονομικά αποδοτική εφαρμογή στην περίπτωση απόρριψης πουλερικών που έχουν πεθάνει στις πτηνοτροφικές εγκαταστάσεις λόγω ασθενειών. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί καταστρέφονται στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης (EPA, 2017).

Ο εμπλουτισμός των εδαφών με κομπόστ μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της διάβρωσης του εδάφους και στον έλεγχο της μόλυνσης των φυτών από παράσιτα και ασθένειες. Σε απότομα αναχώματα κατά μήκος αυτοκινητόδρομων και άλλων δρόμων, η εφαρμογή του κομπόστ μπορεί να είναι αποτελεσματική σε σχέση με τα παραδοσιακά υδροκαλύματα που χρησιμοποιούνται για τη μείωση της διάβρωσης αφού το κομπόστ έχει την ικανότητα να βελτιώνει την υποδομή του εδάφους. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση χλοοτάπητα σε επιφάνειες αθλητικών δραστηριοτήτων όπως γήπεδα γκολφ και ποδοσφαίρου και αποφεύγεται και η χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, μυκητοκτόνων και τεχνικών αερισμού που είναι ιδιαίτερα δαπανηρές δραστηριότητες με σημαντικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο (EPA 1997).

4.4.3 Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας

Η αποτέφρωση περιλαμβάνει την καύση και τη μετατροπή των απορριμμάτων σε θερμότητα και ενέργεια. Η θερμότητα από τη διαδικασία της καύσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία ατμοστρόβιλων για την παραγωγή ενέργειας ή σε εναλλάκτες ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις εργοστασίων (Pham et al., 2014).

Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των απορριμμάτων τροφίμων σε υγρασία, οι τεχνικές όπως η αποτέφρωση, η πυρόλυση και η αεριοποίηση θεωρούνται ενεργειακά δυσμενείς (EEA, 2020).

Η αναερόβια χώνευση και η κομποστοποίηση δείχνει να είναι προτιμότερη από την αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας, ωστόσο αν λάβουμε υπόψη μας ότι σε εγκαταστάσεις

αποτέφρωσης τα ορυκτά καύσιμα μπορούν να αντικατασταθούν από απόβλητα τροφίμων υπάρχει έστω ένα μικρό περιβαλλοντικό όφελος. Οι μονάδες αποτέφρωσης αποτελούν εναλλακτική λύση σε χώρες που δεν διαθέτουν μεγάλες εκτάσεις γης για υγειονομική ταφή. Πολλές χώρες που θέλουν να περιορίσουν σημαντικά τα αστικά στερεά στους χώρους υγειονομικής ταφής χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο την αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας. Ως εγκαταστάσεις οι αποτεφρωτήρες, έχουν υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας που περιορίζει την βιώσιμη εφαρμογή τους, ενώ έχουν και επιπτώσεις στην υγεία και στο περιβάλλον λόγω των επιβλαβών ρύπων και τέφρας που παράγονται σε περίπτωση που δεν εφαρμόζεται αντιρρυπαντική τεχνολογία (FAO, 2013α). Πρόκειται για μια παλιά τεχνική που δεν είναι πλήρως αποδεκτή από ορισμένα Ευρωπαϊκά Κράτη εξαιτίας των τοξικών ατμοσφαιρικών εκπομπών που περιέχουν διοξίνες και βαρέα μέταλλα (Pham et al., 2014).

4.4.4 Μέθοδος συμπίεσης (Rendering)

Η μέθοδος συμπίεσης (Rendering) είναι μια διαδικασία επεξεργασίας υπολειμμάτων τροφίμων και άλλων ζωικών υποπροϊόντων κατά την οποία τα προϊόντα αυτά θερμαίνονται σε υψηλή θερμοκρασία υπό πίεση και έτσι επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός του λίπους από το πρωτεϊνικό υλικό. Το λίπος αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ελαστικών και βαφής ενώ μικρές ποσότητες αυτού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφές, λίπασμα ή καύσιμη ύλη. Το πρωτεϊνικό υλικό με αποξήρανση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συστατικό ζωοτροφών ή ως καύσιμη ύλη (FAO, 2013α).

4.4.5 Παραγωγή αιθανόλης

Η παραγωγή αιθανόλης από υπολείμματα τροφίμων είναι εφικτή και βοηθά στην επαναχρησιμοποίηση αυτών και στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα, ωστόσο θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η συνολική οικονομική βιωσιμότητα της διαδικασίας και να γίνουν περαιτέρω έρευνες για τη μείωση του κόστους της (Pham et al., 2014).

4.4.6 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) παράγονται μεγάλες ποσότητες CH₄ και δυνητικά προκαλούν οχλήσεις γι' αυτό πρέπει να είναι η τελευταία επιλογή στη διαχείριση των απορριμμάτων τροφίμων. Ωστόσο κατέχει την πρωταρχική στρατηγική διάθεσης στερεών αποβλήτων σε παγκόσμια κλίμακα.

Στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, τα οργανικά απόβλητα αποσυντίθενται και υπο τις αναερόβιες συνθήκες που επικρατούν αναπτύσσονται βακτήρια που παράγουν μεθάνιο και άλλα αέρια που όλα μαζί ονομάζονται βιοαέριο. Κάτω από τις ίδιες συνθήκες, το μεθάνιο που παράγεται από ένα κιλό αποβλήτων τροφίμων παράγει μεγαλύτερη ποσότητα μεθανίου από ένα κιλό αστικών στερεών αποβλήτων. Τα αέρια που παράγονται στους χώρους υγειονομικής ταφής αποτελούν μεγάλη πηγή εκπομπών αερίων μεθανίου γι' αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επιπλέον η έκταση γης που απαιτείται για τη λειτουργία των Χώρων Υγειονομικής Ταφής είναι πολύ μεγάλη επηρεάζοντας το φυσικό οικοσύστημα και πρέπει να πληρούν προϋποθέσεις όπως αποστάσεις από οικισμούς, υδάτινα σώματα, γεωργικές ή αστικές περιοχές, ύπαρξη υπόγειων ή παράκτιων υδάτων κλπ. Επίσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως κίνδυνος πλημμύρας, καθίζησης ή κατολισθήσεων καθώς επίσης και να λαμβάνονται μέτρα για την προστασία της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς στον χώρο αυτό. Η Ευρωπαϊκή Ένωση με οδηγία της υποδεικνύει μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται προκειμένου να λειτουργεί ένας τέτοιος χώρος και υποχρεώνει τους φορείς εκμετάλλευσης να δεσμεύουν και να επαναχρησιμοποιούν τα αέρια που παράγονται (FAO, 2013α).

4.5 ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Τα τελευταία χρόνια προκύπτουν αναδυόμενες νέες καινοτόμες πρακτικές για την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων τροφίμων (και των βιολογικών αποβλήτων γενικότερα) σε πολύτιμα βιοπροϊόντα και βιοκαύσιμα. Είναι πολλές οι έρευνες που διερευνούν τις προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, καθώς υπάρχει χάσμα μεταξύ της εργαστηριακής

έρευνας και της μεταφοράς της τεχνικής στην εμπορική εφαρμογή βιομηχανικής κλίμακας. Απαιτείται σίγουρα περαιτέρω διερεύνηση και διεπιστημονική συνεργασία αλλά και συνεργασία μεταξύ ερευνητών, βιομηχάνων και κυβερνήσεων για την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων. Οι καινοτόμες αυτές πρακτικές αφορούν στη δημιουργία νέων υλικών και προϊόντων απο βιομάζα.

Οι εγκαταστάσεις στις οποίες γίνεται η διαδικασία μετατροπής της βιομάζας σε πολυτιμα χημικά, βιοκαύσιμα, συστατικά τροφίμων, βιοϋλικά ή ίνες και ζωοτροφές, ονομάζονται βιοδιωλιστήρια (EEA, 2020).

Ενώ ορισμένες απο τις καινοτόμες τεχνικές έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στην αξιοποίηση των αποβλήτων τροφίμων, πολλές απο αυτές παρουσιάζουν μειονεκτήματα λόγω της περιπλοκότητάς τους, των απαιτήσεων σε μεγάλες εγκαταστάσεις και των υπολειμμάτων που αφήνουν μετά την επεξεργασία τους. Γι' αυτό το λόγο η ερευνητική κοινότητα έχει εστιάσει στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων λύσεων που συνδυάζουν ανάκτηση ενέργειας και πόρων σε χαμηλές τιμές με μικρό αποτύπωμα και λίγα υπολείμματα (Cibelli et al., 2021).

Παρακάτω παρατίθενται κάποια παραδείγματα καινοτόμων τεχνικών η διερεύνηση των οποίων έχει δημοσιευθεί σε επιστημονικά περιοδικά:

4.5.1 Έργο I – REXFO LIFE

Το έργο i-REXFO είναι ένα καινοτόμο επιχειρηματικό μοντέλο για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Στόχος του έργου αυτού είναι η μείωση της σπατάλης τροφίμων και η αξιοποίηση της ενέργειας απο τα αναπόφευκτα παραγόμενα απόβλητα σε όλα τα στάδια της τροφικής αλυσίδας μέσω μιας ολιστικής προσέγγισης που βελτιστοποιεί την επικοινωνία, την συνεργασία και τη διαδραστικότητα όλων των εμπλεκόμενων φορέων και ατόμων. Το έργο αυτό χρηματοδοτείται απο την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια του προγράμματος LIFE. Εστιάζει σε απόβλητα τροφίμων που παράγονται απο βιομηχανίες τροφίμων, αγροκτήματα, HORECA και καταναλωτές και ενσωματώνει νέες και υπάρχουσες δράσεις για μείωση, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων τροφίμων στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας.

Στους στόχους του έργου αυτού είναι: α) η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών και η διευκόλυνση της πώλησης και δωρεάς τροφίμων που είναι κοντά στη λήξη ή τροφίμων που

λόγω σχήματος ή μεγέθους χαρακτηρίζονται «μη αποδεκτά», β) να ανοίξει τον δρόμο στη χρήση των απορριμμάτων τροφίμων στις εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου και γ) να υιοθετήσει καλές πρακτικές απο χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και να τις μεταφέρει και σε άλλες χώρες.

Το έργο αυτό θα ξεκινήσει απο την περιοχή Ούμπρια της Ιταλίας και ο μακροπρόθεσμος στόχος του είναι η συνεπής μείωση των τροφίμων που οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής και η σημαντική αύξηση των δωρεών τροφίμων σε τράπεζες τροφίμων της Ιταλίας και κατ'επέκταση και σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα οφέλη της αλυσίδας μείωσης αποβλήτων τροφίμων που αποσκοπεί να δημιουργήσει αυτό το πρόγραμμα αφορούν και τους λιανοπωλητές οι οποίοι θα έχουν κέρδη απο την πώληση τροφίμων που είναι κοντά στην ημερομηνία λήξης αλλά και τους καταναλωτές που θα μπορούν να αγοράσουν προϊόντα με χαμηλότερο κόστος. Τα περιβαλλοντικά οφέλη που μπορούν να επιτευχθούν μέσω του i-REXFO συνοψίζονται ως εξής:

- Μείωση κατά 17.340 τόνους/έτος των αποβλήτων τροφίμων που οδηγούνται σε χωματερές απο το στάδιο του χωραφιού και της επεξεργασίας τους μέχρι και την χονδρική ή λιανική πώλησή τους ή τη διάθεσή τους σε εστιατόρια, ξενοδοχεία κ.α.
- Μείωση κατά 41.000tn CO₂/έτος των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται απο την υγειονομική ταφή απορριμμάτων τροφίμων
- Μείωση της κατανάλωσης νερού κατά 2.150.000 κυβικά ετησίως
- Μείωση της σπαταλής καλλιεργήσιμης γης κατά 1080 εκτάρια ετησίως
- Εξοικονόμηση ενέργειας λόγω αποφυγής παραγωγής τροφίμων
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας 14.250 MWh/έτος
- Συμμετοχή 641.400 καταναλωτών σε δράσεις ευαισθητοποίησης σχετικά με τις επισημάνσεις της λήξης των τροφίμων και τη σωστή αποθήκευση και κατανάλωση
- Ανάπτυξη βάσης δεδομένων στην Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με την παραγωγή μεθανίου απο διάφορες κατηγορίες αποβλήτων τροφίμων
- Ανάπτυξη κατευθυντήριων γραμμών για τη βελτίωση του νομοθετικού πλαισίου σχετικά με την πρόληψη της σπατάλης τροφίμων και την επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων τροφίμων

- Δημιουργία ενός λογισμικού εργαλείου για την αξιολόγηση της τεχνοοικονομικής και περιβαλλοντικής σκοπιμότητας ενός αυτοσυντηρούμενου επιχειρηματικού μοντέλου (Liberti et al., 2018)

4.5.2 Παραγωγή βιοντίζελ απο απόβλητα τροφίμων

Με βάση το γεγονός ότι τα υπολείμματα τροφίμων της κουζίνας προκαλούν σοβαρή περιβαλλοντική ρύπανση και ιδιαιτέρως όταν αυτά απορρίπτονται στην αποχέτευση. Η ανάγκη για κατάλληλες τεχνικές απόρριψης και επαναχρησιμοποίησης των υπολειμμάτων φαγητού κουζίνας είναι επιτακτική (Barik and Kakoli, 2016). Ακόμα όμως και με την υγειονομική ταφή τους δημιουργούνται προβλήματα ρύπανσης της ατμόσφαιρας του εδάφους και των υδάτινων πόρων (Barik and Kakoli, 2016).

Μελέτη των Barik and Kakoli, 2016, έδειξε ότι λόγω του λιπιδικού προφίλ τους τα απόβλητα αυτά μπορούν να αποτελέσουν μια καινοτόμο πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ. Πρόκειται για έναν παραγωγικό και καινοτόμο τρόπο επαναχρησιμοποίησης των απορριμμάτων τροφίμων αφού από τρόφιμα μηδενικής αξίας παράγονται προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας. Στην ίδια μελέτη αναφέρεται ότι εκτός από την παραγωγή βιοντίζελ τα υπολείμματα τροφίμων της κουζίνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στον τομέα της γεωργίας και της φαρμακοβιομηχανίας (Barik and Kakoli, 2016).

4.5.3 Μετατροπή αποβλήτων τροφίμων σε λίπασμα με τη βοήθεια γαιοσκώληκων (Βερμικομποστοποίηση)

Σε βιβλιογραφική ανασκόπηση των Martins de Oliveira et al., 2021, αναφέρονται αρκετά παραδείγματα βιοτεχνολογίας. Ένα από αυτά είναι η βερμικομποστοποίηση, η οποία είναι χαμηλού κόστους τεχνολογία που με τη βοήθεια γαιοσκώληκων και μικροοργανισμών τα απόβλητα μετατρέπονται σε κομπόστ το οποίο μπορεί να πουληθεί ως οργανικό λίπασμα ένα προϊόν με ευεργετικές ιδιότητες για τη γεωργία, την κηπουρική και την αποκατάσταση μολυσμένων περιοχών (Martins de Oliveira et al., 2021).

4.5.4 Μετατροπή αποβλήτων τροφίμων σε υλικά για την βιομηχανία τροφίμων

Σε μελέτη των Martins de Oliveira et al., 2021, αναφέρεται ότι τα υπολείμματα που προκύπτουν από την επεξεργασία ανανά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ξυλιτόλης και βιοπολυμερών με περαιτέρω χρήση τους στη βιομηχανία τροφίμων ως τεχνητά γλυκαντικά ή υλικά συσκευασίας.

Επίσης γίνεται αναφορά στη δυνατότητα παραγωγής βιοδιασπώμενων επιτραπέζιων σκευών από πίτουρο σίτου και η χρήση φλούδας μάνγκο ως πρώτη ύλη (σιμιγδάλι) για την παραγωγή ζυμαρικών. Επιπλέον τα υπολείμματα από την επεξεργασία της τομάτας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή μιας χρωστικής (καροτενοειδών) που έχει οφέλη στην υγεία και μπορεί να παρατείνει τη διάρκεια ζωής των τροφίμων (Martins de Oliveira et al., 2021).

4.5.5 Βαγάζση ζαχαροκάλαμων και βιοοικονομία

Άλλο ένα παράδειγμα κυκλικής οικονομίας είναι αυτό ενός εργοστασίου χαρτιού που δημιούργησε και ένα εργοστάσιο ζάχαρης προκειμένου να εκμεταλλεύεται την πρώτη ύλη (βαγάζση από τα ζαχαροκάλαμα) στην παραγωγή χαρτιού. Επιπλέον στο εργοστάσιο ζάχαρης γινόταν και παραγωγή αιθανόλης και τα υπολοιπα γεωργικά υπολείμματα και σπόροι βαγάζσης χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας. Το εργοστάσιο αυτό έλαβε μέριμνα και για την εξοικονόμηση υδάτινων πόρων, εφόσον το νερό μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων χρησιμοποιείται για την άρδευση των χωραφιών ζαχαροκάλαμου (Martins de Oliveira et al., 2021).

4.5.6 Βιομηχανία καλλυντικών προϊόντων

Στα πλαίσια της αειφορικής ανάπτυξης η καινοτομία στον τομέα καλλυντικών δεν αποτελεί εξαίρεση. Έτσι με τη βοήθεια νέων καινοτόμων τεχνολογιών προκύπτουν νέα καλλυντικά συστατικά που εξάγονται από υποπροϊόντα τροφίμων (Pinto, et al. 2021).

Σύμφωνα με μελέτη των Pinto, et al. 2021, υπάρχει η δυνατότητα χρήσης ενός συστατικού που εξάγεται από κελύφος κάστανου για την δημιουργία νέων καλλυντικών. Σε αυτή τη μελέτη οι

συγγραφείς επικεντρώθηκαν στην αξιοποίηση υποπροϊόντων που παράγονται από το γλυκό κάστανο *Castanea sativa* μιας και η βιομηχανία καστανού είναι ευρέως διαδεδομένη στην Πορτογαλία και κατά την επεξεργασία παράγονται ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες υποπροϊόντων από τα κέλυφη τα οποία χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον ως καύσιμο. Το αγρουπόλειμμα αυτό όμως είναι μια πολύ καλή πηγή βιταμίνης E, λιγνίνης και φαινολικών ενώσεων με βιολογικές δραστηριότητες όπως αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις και αντιμικροβιακές. Οι ιδιότητες αυτές ενίσχυσαν την ιδέα για αξιοποίηση αυτών στον σχεδιασμό προϊόντων στον τομέα των καλλυντικών. Από τη μελέτη που έγινε τηρώντας τους περιορισμούς των Ευρωπαϊκών Κανονισμών, φαίνεται ότι τα εκχυλίσματα που προκύπτουν έχουν αντιμικροβιακές ιδιότητες και ότι η χρήση τους στον τομέα των καλλυντικών είναι πολλά υποσχόμενη (Pinto et al., 2021).

Αντίστοιχη μελέτη των Faria-Silva et al., 2019, έδειξε ότι στα πλαίσια της αειφόρου περιβαλλοντικής και οικονομικής ανάπτυξης και με τη βοήθεια βιώσιμων και καινοτόμων διεργασιών είναι δυνατή η ανάκτηση συστατικών από τα απόβλητα της βιομηχανίας τροφίμων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή καλλυντικών. Οι καταναλωτές έχουν κατευθύνει και αυτοί από τη μεριά τους την παραγωγή των καλλυντικών στη χρήση αυτών των καινοτόμων πρακτικών, αφού προτιμούν όλο και περισσότερα καλλυντικά φτιαγμένα από φυσικά συστατικά με ευεργετικές επιδράσεις πάνω στο δέρμα τους χωρίς συντηρητικά, βαφές και αρώματα. Το «green beauty» είναι η νέα τάση των καταναλωτών που νοιάζονται όχι μόνο για την ομορφιά και ευεξία τους αλλά και για το οικολογικό τους αποτύπωμα. Η επεξεργασία φυτών και αποβλήτων τροφίμων για την ανάκτηση ενεργών συστατικών που θα ενσωματωθούν σε καλλυντικά προϊόντα μπορεί να βελτιώσει την υγεία των ανθρώπων αλλά και να λύσει οικολογικά ζητήματα ανακύκλωσης. Η επαναχρησιμοποίηση βιομηχανικών αποβλήτων τροφίμων είναι μια πρόκληση από οικονομική, οικολογική και τεχνολογική άποψη. Πρόσφατη τάση είναι ο συνδυασμός της λήψης προϊόντων από το στόμα αλλά και η χρήση φυσικών καλλυντικών για τη διατροφή του δέρματος από μέσα και από έξω. Μιας και οι καταναλωτές θεωρούν τη διατροφή σημαντική για την ομορφιά του δέρματος, ο συνδυασμός τροφίμων και καλλυντικών γίνεται νέα τάση στον τομέα της περιποίησης. Η αγορά βασίζεται στην επένδυση φιλικών προς το δέρμα προϊόντων «πράσινης γενιάς» συμπεριλαμβανομένων και των βιομηχανικών αποβλήτων τροφών. Τέτοιες ενώσεις έχουν χρησιμοποιηθεί σε καλλυντικά για το δέρμα, τα μαλλιά και τα νύχια για την ανάκτηση των οποίων χρησιμοποιούνται «πράσινες»

τεχνικές βιώσιμης εκχύλισης. Ωστόσο, πρόκειται για έναν αναδυόμενο χώρο που απαιτεί διεπιστημονική έρευνα σε τομείς όπως η βιοτεχνολογία, η χημεία, η τεχνολογία τροφίμων, η μοριακή βιολογία, η φαρμακευτική τεχνολογία και η τοξικολογία (Faria-Silva et al., 2019).

4.5.7 Βιομηχανία φαρμακευτικών προϊόντων

Η φαρμακευτική βιομηχανία μπορεί να εξάγει βαρέα μέταλλα χρησιμοποιώντας χημικές και φυσικές μεθόδους όπως εκχύλιση με διαλύτη καθίζησης, αντίστροφη όσμωση, διήθηση κλπ. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μέθοδοι βιοπροσρόφησης με τη χρήση φυκών, βακτηρίων, μυκήτων και ζυμομυκήτων. Μπορεί να γίνει εξαγωγή σιδήρου για την παρασκευή δισκίων σιδήρου όπως επίσης και εξαγωγή ασβεστίου και μαγνησίου (Barik and Kakoli, 2016).

Επιπλέον σε έρευνα των Martins de Oliveira et al., 2021 αναφέρεται ότι τα φύλλα ανανά που μένουν στο αγρόκτημα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάκτηση ινών νανοκυτταρίνης ουσία η οποία λόγω της χαμηλής κυτταροτοξικότητας και βιοδιασπασιμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επούλωση τραυμάτων και στη παρασκευή φαρμάκων (Martins de Oliveira et al., 2021).

4.5.8 Βιομηχανία μόδας: Χρήση βιομηχανικών αποβλήτων τροφίμων για την παραγωγή βιουφασμάτων

Σύμφωνα με τους Provin et al., (2021) συγκεντρώνονται επιστημονικές πληροφορίες για δύο τομείς της παγκόσμιας οικονομίας, την κλωστοϋφαντουργία και τα τρόφιμα, με στόχο την επαναχρησιμοποίηση βιομηχανικών αποβλήτων τροφίμων για την κατασκευή καινοτόμου κλωστοϋφαντουργικού προϊόντος από την βακτηριακή κυτταρίνη που περιέχουν τα προβιοτικά ροφήματα «komprucha» (Provin, et al., 2021). Το ρόφημα «komprucha» είναι ρόφημα μαύρου ή πράσινου τσαγιού που έχει υποστεί ζύμωση με καλλιέργεια βακτηρίων μαγιάς και οξικού οξέος, το οποίο ονομάζεται ως «μύκητας τσαγιού» (Jayabalan, et al., 2016). Ο εξωκυτταρικός πολυσακχαρίτης που παράγεται από μύκητες και βακτήρια ονομάζεται βακτηριακή κυτταρίνη και αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη πρώτη ύλη σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας (Shoda and Sugano, 2005). Στη δημοσίευση αυτή γίνεται λόγος για τη βιομηχανία κλωστοϋφαντουργίας

και ένδυσης που θεωρείται μια απο τις πιο ρυπογόνες βιομηχανίες εφόσον χαρακτηρίζεται απο την υψηλή κατανάλωση φυσικών πόρων, καυσίμων και χημικών ουσιών σε μια μακρά διαδικασία απο την κλώση, την λεύκανση εως και τη βαφή. Στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας και προκειμένου να περιοριστούν τα περιβαλλοντικά προβλήματα στον κλάδο της κλωστουφαντουργικής γίνεται συζήτηση πάνω στην παραγωγή βιουφασμάτων με χρήση βακτηριακής κυτταρίνης απο απόβλητα τροφίμων. Η διαδικασία αυτή ευνοεί την επιτευξη στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης του ΟΗΕ και καταδείχθηκε η σημασία της μελλοντικής θεωρητικής και πρακτικής μελέτης για την επαναχρησιμοποίηση απορριμμάτων από τον ένα τομέα στον άλλο μέσω της διεπιστημονικότητας (Provin et al., 2021).

4.5.9 Παραγωγή μύρας

Η μύρα παράγεται κυρίως απο δημητριακά (κυρίως κριθάρι βύνης), λυκίσκο και νερό. Πρόσφατα κάποιες ζυθοποιίες έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν πλεόνασμα ψωμιού στην συνταγή για την παραγωγή μύρας αντικαθιστώντας το κριθάρι βύνης που χρησιμοποιείται ως πηγή ζάχαρης για την διεργασία της ζύμωσης. Για παραγωγή μύρας απο αποξηραμένο ψωμί που αντικαθιστά το 25-28% της αρχικής βύνης κάνει λόγο μελέτη των Leach et al., 2016. Η κατανάλωση της ενέργειας που χρειάζεται για την αποξήρανση του ψωμιού θεωρήθηκε ίδια με αυτή που χρειάζεται για το στέγνωμα του κριθαριού. Για την διαδικασία αυτή όμως απαιτείται πλεόνασμα ψωμιού που να μην είναι αναμεμιγμένο με άλλα υπολείμματα τροφίμων. Γι' αυτό είναι απαραίτητος ο σωστός διαχωρισμός του ψωμιού απο τα υπόλοιπα απορρίμματα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στη μελέτη αυτή η παραγωγή μύρας απο πλεόνασμα ψωμιού έρχεται πέμπτη στην ιεραρχία των εναλλακτικών λύσεων επαναχρησιμοποίησης αυτού. Πρώτη στην ιεραρχία είναι η μείωση στην πηγή (δηλαδή προσοχή στις ποσότητες ψωμιού που παράγονται) και μετά ακολουθούν η δωρεά σε άτομα που έχουν ανάγκη, η παραγωγή αιθανόλης, η παραγωγή μύρας, η παραγωγή ζωοτροφών σε σύγκριση με την αναερόβια χώνευση και την αποτέφρωση. Στην έρευνα αυτή οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι η επιλογή της επαναχρησιμοποίησης του πλεονάσματος ψωμιού αντί της αναερόβιας χώνευσης ή αποτέφρωσης μπορούν να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση παραγωγής 0,56kg ισοδύναμου CO₂ ανά κιλό ψωμιού. Προκειμένου όμως να διευκολύνεται η διαδικασία αυτή θα πρέπει να γίνεται καλός διαχωρισμός του ψωμιού απο τα υπόλοιπα απορρίμματα, κάτι το οποίο γίνεται ήδη στη Σουηδία (Leach et al., 2016).

4.5.10 Κατακάθι καφέ και βιοοικονομία

Ανασκόπηση των Banu et al., 2021, δείχνει ότι το κατακάθι του καφέ είναι εξαιρετικά πρώτη ύλη σε μια ποικιλία βιοτεχνολογιών, είναι ιδιαίτερα φθηνή λύση σε σύγκριση με άλλες πρώτες ύλες και η επαναχρησιμοποίησή της αντί της απόρριψής της στη χωματερή βοηθάει στην προαγωγή της βιοοικονομίας. Εκτιμάται ότι περίπου ένας τόνος πράσινων κόκκων καφέ παράγουν 650 κιλά κατακάθι (απόβλητο καφέ). Το υλικό αυτό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί εναλλακτικά για την ανάκτηση βιολογικών προϊόντων. Έτσι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοντίζελ αφού έχει καλή περιεκτικότητα σε λάδι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή θερμικής ενέργειας καθώς επίσης και για παραγωγή βιοαιθανόλης ή βιοσύνθετων υλικών. Με χρήση πρακτικών στο βιοδιωλιστήριο, όπως η εκχύλιση, η υδρόλυση, η ζύμωση και η πυρόλυση, το κατακάθι καφέ μπορεί να μετατρέπεται σε χρήσιμα προϊόντα. Η έρευνα αυτή έδειξε ότι η αξιοποίηση του κατακαθιού καφέ δίνει τη δυνατότητα να μειωθούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, να ελεγχθούν παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα και να προαχθεί η κυκλική οικονομία (Banu et al., 2021).

Το κατακάθι καφέ όμως φαίνεται πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε κατασκευαστικά έργα. Στον κατασκευαστικό κλάδο οι πρακτικές που ακολουθούνται είναι εξαιρετικά σπάταλες και συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην κλιματική αλλαγή αφού το ποσοστό που κατέχουν στο αποτύπωμα άνθρακα είναι πολύ μεγάλο. Σύμφωνα με μελέτη των Saberian et al., 2021, ο κατασκευαστικός κλάδος στην Αυστραλία κατέχει το 18,1% του αποτυπώματος άνθρακα. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια επισκόπηση στη χρήση του κατακαθιού καφέ. Σύμφωνα λοιπόν με την έρευνα αυτή, για τη διατήρηση ενός βιώσιμου κλίματος για τις επόμενες γενιές οι ερευνητές και οι βιομηχανίες έχουν στραφεί στην εύρεση «πράσινων λύσεων» στις κατασκευαστικές πρακτικές. Τα κατακάθια του καφέ είναι ένα απόβλητο το οποίο παράγεται σε μεγάλες ποσότητες αν λάβουμε υπόψη μας ότι ο καφές είναι από τα προϊόντα με τη μεγαλύτερη ζήτηση στον κόσμο και φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενη πηγή πράσινων βιοαποβλήτων στον κατασκευαστικό κλάδο.

Τα κατακάθια του καφέ περιέχουν ουσίες και ενώσεις (καφεΐνη, τανίνες, πολυφαινόλες) που είναι τοξικές και η διαδικασία απόρριψή τους στις χωματερές δεν είναι τόσο απλή. Χρειάζεται ιδιαίτερη επεξεργασία πριν την απόρριψή τους όταν είναι σε μεγάλες ποσότητες γιατί παράγονται μεγάλες ποσότητες μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα με ότι κινδύνους

συνεπύγονται σε μια χωματερή. Απο την άλλη η μεγάλη ομοιότητα που παρουσιάζουν με τις φυσικές ιδιότητες της άμμου δημιουργεί σκέψεις για χρήση τους σε υποστρώματα δρόμων.

Επίσης η χρήση τους στην κατασκευή τούβλων φαίνεται να συμβάλει στις θερμομονωτικές ιδιότητες αυτών και να πληροί τα πρότυπα για κατασκευαστική χρήση. Επιπλέον φαίνεται ότι λόγω της σύνθεσής τους απο μικροσκοπικά σωματίδια και της ικανότητας να συμπιέστον σε μεγάλο βαθμό τα καθιστά καλά υλικά για κατασκευή προκατασκευασμένων τοίχων θορύβου αφού φαίνεται να απορροφούν ήχους μεσαίας εως υψηλής συχνότητας.

Συνολικά η έρευνα αυτή έδειξε ότι η χρήση του κατακαθιού καφέ είναι αρκετά βιώσιμη στον τομέα των κατασκευών αλλά και στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Πρόκειται για έναν πόρο που υπάρχει σε αφθονία και υπάρχουν πολλές δυνατότητες για τη χρήση του σε ένα ευρύ φάσμα κατασκευών. Ωστόσο απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την εφαρμογή του, με περισσότερες δοκιμές προκειμένου να εδραιωθεί η χρήση του στον κατασκευαστικό κλάδο (Saberian et al., 2021).

4.5.11 Αξιοποίηση υποπροϊόντων πτηνοτροφίας

Τα στερεά απόβλητα που παράγονται στα πτηνοσφαγεία και στη βιομηχανία επεξεργασίας πουλερικών παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον. Απο την επεξεργασία του κρέατος πουλερικών παράγονται τεράστιες ποσότητες στερεών αποβλήτων απο τα φτερά, τα σπλάχνα τα οστά αλλά και απο ολόκληρα νεκρά ζώα. Η διαχείριση των αποβλήτων αυτών χρήζει προσοχής γιατί η διάθεση τους σε χωματερές δημιουργεί περιβαλλοντικά προβλήματα αφού τα πλούσια σε κερατίνη απόβλητα αποικοδομούνται δύσκολα. Επίσης οι αλυσίδες των πρωτεϊνών σταθεροποιούνται έντονα από αρκετούς δεσμούς υδρογόνου και υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις (Brandelli et al, 2015).

Τα φτερά των πουλερικών αποτελούν το 7-8% του βάρους του σώματός τους, κάτι που σημαίνει ότι στα πτηνοσφαγεία παράγεται μια σημαντική ποσότητα αποβλήτων απο τα φτερά και μόνο (Brandelli et al., 2015, Fagbemi, et al., 2020). Ένα μικρό ποσοστό απο αυτά διατίθεται για παραγωγή ζωοτροφών. Ωστόσο επειδή πρόκειται για πηγές πλούσιες σε πρωτεΐνη κερατίνης δύναται να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας για παραγωγή νέων προϊόντων για τη φροντίδα μαλλιών και για καλλυντικές εφαρμογές (Fagbemi et al., 2020). Η

υδρόλυσή της κερατίνης μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μικροβιακών ενζύμων (Brandelli et al., 2015).

Επιπλέον σε εργασία των Ghosh et al., 2019 αναφέρεται ότι η ηλεκτροδιάτρηση με βάση το παλμικό ηλεκτρικό πεδίο σε συνδυασμό με τη μηχανική πίεση μπορεί να βοηθήσει στην εξαγωγή χρήσιμων μορίων από τη μάζα των απορριμμάτων τροφίμων κρέατος χωρίς χημικές διεργασίες (Ghosh et al., 2019).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα απόβλητα των τροφίμων είναι ένα θέμα με πολλαπλές κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις που δημιουργούνται σε όλη τη διάρκεια της ζωής στάδια του κύκλου της τροφής. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην σπατάλη και απώλεια τροφίμων με τις οποίες δημιουργούνται απόβλητα τροφίμων που μπορούν να αποφευχθούν και κατα συνέπεια να εξοικονομηθούν φυσικοί πόροι και ενέργεια που χρειάζονται για την παραγωγή τους.

Για την αποφυγή της δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων, προτεραιότητα μας πρέπει να είναι η σωστή διαχείριση της επάρκειας τροφίμων. Σε περίπτωση που υπάρχει περίσσεια τροφίμων τότε αυτά ιδανικά θα πρέπει να αναδιανέμονται σε ανθρώπους που έχουν ανάγκη. Η επόμενη επιλογή μας είναι η χρήση τους για την παραγωγή ζωοτροφών και βιοϋλικών στη συνέχεια οι επιλογές της αναερόβιας χώνεψης, κομποστοποίησης, πυρόλυσης και τελευταία η επιλογή της διάθεσης σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων.

Η ευαισθητοποίηση και η επαγρύπνηση των καταναλωτών αλλά και των ανθρώπων που συνδέονται με την παραγωγή, επεξεργασία, αποθήκευση, διανομή και εμπόριο των τροφίμων, πάνω σε θέματα πρόληψης δημιουργίας και επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων τροφίμων είναι σημαντική. Τελευταία είναι πολλές οι καμπάνιες και οι δράσεις που γίνονται είτε σε τοπικό είτε σε παγκόσμιο επίπεδο. Σε αυτές τις δράσεις εμπλέκονται πολλοί φορείς, όπως επιχειρήσεις, ερευνητές, απλοί καταναλωτές, επιχειρησείς λιανικού εμπορίου και μαζικής εστίασης, επιστήμονες, μέσα ενημέρωσης η συνεργασία των οποίων φέρνει σημαντικά αποτελέσματα.

Ο υπολογισμός του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των τροφίμων μέσω του υδατικού αποτυπώματος και του αποτυπώματος άνθρακα αποτελεί πολύ σημαντική διαδικασία προκειμένου να κατανοήσει κανείς κατά πόσο επιβαρύνει κάθε τρόφιμο κατά την παραγωγή του, τη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων και την δημιουργία αερίων του θερμοκηπίου. Στους υπολογισμούς αυτό είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη όλες οι επιμέρους διαδικασίες που ακολουθούνται από το πρώτο στάδιο της παραγωγής ενός προϊόντος, μέχρι το πιάτο του καταναλωτή. Από τις μέχρι τώρα έρευνες φαίνεται πως το υδατικό και ανθρακικό αποτύπωμα των προϊόντων ζωϊκής προέλευσης παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Εντύπωση κάνει ότι παρόλο που τα προϊόντα ζωϊκής προέλευσης παρουσιάζουν μικρό ποσοστό στο σύνολο των

αποβλήτων τροφίμων σε σχέση με άλλα είδη τροφίμων, το ανθρακικό αποτύπωμα αυτών είναι αρκετά μεγάλο. Αυτό συμβαίνει γιατί λαμβάνονται υπόψη οι εκπομπές αερίων από τα ίδια τα ζώα αλλά και αυτές που σχετίζονται με την παροχή ζωοτροφών και αυτές από τη διαχείριση της κοπριάς. Από τον υπολογισμό του αποτυπώματος των διάφορων ομάδων τροφίμων φαίνεται ότι οι προσπάθειες μας για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να επικεντρωθούν ιδιαίτερος σε τρόφιμα όπως το κρέας και τα δημητριακά.

Επίσης μεταξύ των διάφορων φάσεων της τροφικής αλυσίδας, το μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα εμφανίζεται στο στάδιο της κατανάλωσης και ότι σε όσο πιο προχωρημένο στάδιο της τροφικής αλυσίδας σπαταλάται ένα τρόφιμο, τόσο μεγαλύτερο είναι το αποτύπωμα άνθρακα σε σχέση με τα προηγούμενα στάδια.

Σύμφωνα με τις μελέτες των οποίων τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη και η κάθε λεπτομέρεια στην παραγωγική διαδικασία. Οι γεωργικές πρακτικές που ακολουθούνται στις διάφορες καλλιέργειες, τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των γεωργικών μηχανημάτων, το είδος των ζωοτροφών που χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία, ο τρόπος μαγειρέματος, η προετοιμασία πριν το μαγείρεμα, η συσκευασία ενός προϊόντος, η μεταφορά του από τον τόπο παραγωγής στον τόπο κατανάλωσης, οι περιεκτικότητες σε θρεπτικά συστατικά σε σχέση με τον όγκο που καταλαμβάνει ένα τρόφιμο, είναι παράγοντες μπορεί να κάνουν τη διαφορά στην προσπάθειά μας να συγκρίνουμε τα αποτυπώματα μεταξύ δύο τροφίμων.

Τελευταία γίνεται λόγος για μετάβαση σε υγιεινές και βιώσιμες διατροφές, όπως η κατανάλωση οσπρίων, φρούτων, λαχανικών, ξηρών καρπών και σπόρων, η οποία αποδεικνύεται πολλά υποσχόμενη στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Ωστόσο, η μετάβαση σε αυτές τις βιώσιμες επιλογές διατροφής εξαρτάται από τις διατροφικές προτιμήσεις των καταναλωτών αλλά και από κοινωνικούς, πολιτιστικούς, οικονομικούς και παραδοσιακούς παράγοντες. Τρόφιμα απομίμησης κρέατος παραγόμενο από φυτικά προϊόντα είναι και αυτά υποσχόμενα και μπορεί να βοηθήσουν στην μετάβαση αυτή. Το αποτύπωμα άνθρακα όμως και η αποδοχή τέτοιου είδους τροφίμων από άτομα των οποίων η διατροφή βασίζεται σε τρόφιμα ζωϊκής προέλευσης, δεν είναι ακόμα βέβαια και χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων τροφίμων, το πιο σημαντικό κομμάτι της είναι η διατήρηση του πλεονάσματος τροφής στην ανθρώπινη αλυσίδα. Με τη δωρεά

τροφίμων μπορεί να λυθεί το επιστιστικό πρόβλημα ανθρώπων και ιδρυμάτων που έχουν ανάγκη χωρίς να δαπανούνται φυσικοί πόροι και ενέργεια για παραγωγή νέων. Απαραίτητη προϋποθεση βέβαια είναι η διατήρηση αυτών σε υγειονομικά αποδεκτή κατάσταση. Η δημιουργία ζωοτροφών είναι επίσης μια πολύ καλή λύση επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων και μάλιστα φαίνεται απο τις μελέτες που γίνονται ότι υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής ζωοτροφών υψηλής διατροφικής αξίας με αποτέλεσμα και τα ζωϊκά προϊόντα που παράγονται να έχουν και αυτά αντίστοιχη διατροφική αξία για την διατροφή των ανθρώπων. Χρειάζεται όμως και σε αυτή την περίπτωση προσοχή στην τήρηση των ορθών διαδικασιών (π.χ. βράσιμο πριν την χρήση ως ζωοτροφή) προκειμένου να αποφεύγονται φαινόμενα μετάδοσης ζωοανθρωπονόσων.

Οι πλέον διαδεδομένες διαδικασίες ανακύκλωσης αποβλήτων τροφίμων είναι η αναερόβια χώνευση και η κομποστοποίηση. Βοηθούν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αφού με αυτόν τρόπο υπάρχει εμμεση εξοικονόμηση ενέργειας και αποφυγή παραγωγής νέων αερίων θερμοκηπίου λόγω ανάκτησης υλικών. Με την αναερόβια χώνευση έχουμε παραγωγή ενέργειας και τα υπολείμματα που μένουν χρησιμοποιούνται ως εδαφοβελτιωτικά ενώ με την κομποστοποίηση παράγεται χουμική ουσία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα ή βελτιωτικό εδάφους. Οι διάθεση των αποβλήτων τροφίμων μαζί με τα υπόλοιπα αστικά στερεά απόβλητα σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων πρέπει να αποτελεί την τελευταία επιλογή διότι δυνητικά προκαλούν οχλήσεις και απο τη μη ορθή λειτουργία τους μπορεί να ρυπανθεί ο υδροφόρος ορίζοντας και η ατμόσφαιρα.

Πολλά υποσχόμενες φαίνεται να είναι αναδυόμενες καινοτόμες πρακτικές για την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων τροφίμων (και των βιολογικών αποβλήτων γενικότερα) σε πολύτιμα βιοπροϊόντα και βιοκαύσιμα. Στην παρούσα εργασία γίνεται λόγος για χρήση των αποβλήτων τροφίμων στην βιομηχανία καλλυντικών, στη ζυθοποιεία, στη βιομηχανία υφασμάτων, στον κατασκευαστικό τομέα, στην φαρμακοβιομηχανία και στη βιομηχανία χαρτιού.

Όλα τα παραπάνω παραδείγματα επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων τροφίμων αφορούν συγκεκριμένα απόβλητα τροφίμων και όχι μίξη πολλών ειδών μαζί, κάτι που δείχνει την αναγκαιότητα του καλού διαχωρισμού των αποβλήτων τροφίμων στην πηγή τους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πρέπει να κατανοήσουμε ότι ο αέρας που αναπνέουμε, το νερό που πινουμε, οι πόροι που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή δεν είναι ανεξάντλητα και δεν πρέπει να τα θεωρούμε δεδομένα. Στόχος μας πρέπει να είναι να στηρίξουμε την κυκλική οικονομία με την οποία οι πόροι μπορούν να διατηρηθούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, να ελαχιστοποιήσουμε τα απόβλητα που δημιουργούμε, να μειώσουμε τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να συμβάλλουμε στη δημιουργία ενός καθαρότερου, πράσινου και υγιούς πλανήτη. Για να συμβεί αυτό, ο πλανήτης χρειάζεται να κάνουμε περισσότερα, πρέπει όλοι να μειώσουμε, να επαναχρησιμοποιήσουμε και να ανακυκλώσουμε περισσότερο από ότι κάνουμε τώρα για να τον αφήσουμε σε καλή κατάσταση στις επόμενες γενιές. Επομένως είναι επιτακτική η δημιουργία στρατηγικών για την μείωση της σπατάλης τροφίμων. Τα βιοαπόβλητα πρέπει να μετατραπούν από πρόκληση σε ευκαιρία. Η αποτελεσματικότητα των μέτρων πρόληψης και επαναχρησιμοποίησης πρέπει να μετριέται και στο μέλλον να συγκρίνονται τα αποτελέσματα των διαφορετικών πολιτικών για την πρόληψη της σπατάλης τροφίμων.

Τα απόβλητα τροφίμων είναι ένας πόρος με μεγάλες δυνατότητες και οφέλη αν προσπαθήσουμε όλοι να τον αξιοποιήσουμε:

- Εξοικονομούνται χρήματα (αν δεν γίνεται σπατάλη φαγητού, δεν γίνεται και σπατάλη χρημάτων για την αγορά τους)
- Μειώνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- Υποστηρίζονται προσπάθειες για την εξάλειψη της πείνας
- Μειώνονται τα προβλήματα δυσοσμίας από την απόρριψη τροφίμων
- Θα μπορούσαν να υπάρχουν πλεονεκτήματα (όπως φοροελαφρύνσεις) σε όσους δωρίζουν φαγητό.
- Η πρόληψη της σπατάλης τροφίμων στα νοικοκυριά και στον τομέα της φιλοξενίας φαίνεται να έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στον περιορισμό των περιβαλλοντικών πιέσεων, ωστόσο η ευθύνη για την πρόληψη και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων τροφίμων ανήκει σε όλους.
- Για τη βελτίωση της αποδοσης των πρακτικών που έχουν βρεθεί για την πρόληψη και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων τροφίμων απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

Η πρόληψη της σπατάλης τροφίμων σε επίπεδο νοικοκυριού και στον τομέα της φιλοξενίας έχει μεγάλη επίδραση στον μετριασμό των περιβαλλοντικών πιέσεων. Χρειάζεται προσπάθεια και από τους τομείς της γεωργίας, της κτηνοτροφίας και της βιομηχανίας ώστε να υιοθετήσουν και να στηρίζουν καινοτόμες ιδέες για την εκμετάλλευση των αποβλήτων τροφίμων που δημιουργούν προς δικό τους όφελος.

Ο ρόλος των κυβερνήσεων και των υπεύθυνων χάραξης πολιτικής στη δημιουργία πλαισίων στήριξης της δημόσιας και ιδιωτικής συμμετοχής για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων είναι ουσιαστική. Είναι αναγκαία η στήριξη του οράματος της πρόληψης επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων τροφίμων με ειδική νομοθεσία. Αναγκαία επίσης κρίνεται και η ανάπτυξη προγραμμάτων βιώσιμης διαχείρισης αποβλήτων με ταυτόχρονη ανάπτυξη κινήτρων (υποδομές για τον διαχωρισμό των ανακυκλώσιμων υλικών στις πηγές. Το γραμμικό μοντέλο πάρε- φτιάξε – πέταξε έχει αποδειχθεί μη βιώσιμο. Αντίθετα η προσέγγιση της κυκλικής οικονομίας στοχεύει στη διατήρηση της αξίας των προϊόντων και των υλικών για όσο το δυνατόν περισσότερο, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τη χρήση πόρων και τη δημιουργία αποβλήτων.

Η χρήση των καινοτόμων τεχνολογιών αποτελεί πρόοδο στη χρήση των αποβλήτων τροφίμων ως πρώτης ύλης τόσο για τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από τη διάθεσή τους όσο και για την αντιμετώπιση των ανησυχιών σχετικά με τους μελλοντικούς πόρους. Όμως για τη διευρένηση της αποτελεσματικότητάς τους κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω μελέτη.

Η εφαρμογή της βιώσιμης παραγωγής και κατανάλωσης βοηθά στη μείωση του περιβαλλοντικού, οικονομικού και κοινωνικού κόστους και οδηγεί στην βελτίωση της ποιότητας ζωής και εξασφαλίζεται ένα βιώσιμο μέλλον για τις επόμενες γενιές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Abeliotis K., Lasaridi K., Costarelli V. and Chroni Ch., 2015 “*The implications of food waste generation on climate change: The case of Greece*”. *Sustainable Production and Consumption*, Vol. 3, p. 8-14, ISSN 2352-5509
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2015.06.006>

Albizzati P. F., Tonini D. and Astrup Th.F., 2020 “*High-value products from food waste: An environmental and socio-economic assessment*”. *Science of The Total Environment*, Vol. 755, Part 1, 142466, ISSN 0048-9697,
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142466>

Aldaya M.M. and Hoekstra A.Y., 2010 “*The water needed for Italians to eat pasta and pizza*”. *Agricultural Systems*, Vol. 103, Issue 6, p. 351-360, ISSN 0308-521X
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.004>

Arrieta E. M. and González A. D., 2019, “*Energy and carbon footprints of food: Investigating the effect of cooking*”. *Sustainable Production and Consumption*, Vol.19, p 44-52, ISSN 2352-5509.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.03.003>.

Attiq S., Habib M. D., Kaur P., Junaid M., Hasni S. and Dhir A., 2021, “*Drivers of food waste reduction behavior in the household context*”. *Food Quality and Preference*, Vol. 94,104300, ISSN 0950-3293.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104300>.

Banu J. R., Kannah R. Y., Kumar M. D., Kavitha P., Gunasekaran M., Zhen G., Awasthi M. K. and Gopalakrishnan K., 2021 “*Spent coffee grounds based circular bioeconomy: Technoeconomic and commercialization aspects*”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 152, 111721, ISSN 1364-0321.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111721>

Barik S. and Kakoli K. P., 2016 “*Potential reuse of kitchen food waste*”. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Vol. 5, Issue 1, p.196-204, ISSN 2213-3437.
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.11.026>.

Berbel J. and Posadillo A., 2018 “*Review and Analysis of Alternatives for the Valorisation of Agro-Industrial Olive Oil By-Products*” *Sustainability*, Vol.10, Article number 237, ISSN 2071-1050
<https://doi.org/10.3390/su10010237>

Bogner, J., Abdelrafie Ahmed, M., C Diaz,, Faaij, A., Gao, Q., Hashimoto, S., Mareckova, K., Pipatti, R. and Zhang, T. ,2007 “*Chapter 10. Waste Management. In: Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R. and Meyer, L.A., Eds., “Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of*

Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge”

Brancoli P., Bolton K. and Eriksson M., 2020 “*Environmental impacts of waste management and valorisation pathways for surplus bread in Sweden*”. Waste Management, Vol. 117, p. 136-145, ISSN 0956-053X.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.043>

Brandelli A., Sala L. and Kalil J. S., 2015, “*Microbial enzymes for bioconversion of poultry waste into added-value products*”. Food Research International, Vol. 73, p. 3-12, ISSN 0963-9969

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.015>

Camps-Posino L., Battle-Bayer L., Bala A., Song G., Qian H., Aldaco R., Xifré R. and Palmer P. F., 2021 “*Potential climate benefits of reusable packaging in food delivery services. A Chinese case study*”. Science of The Total Environment, Vol. 794, 148570, ISSN 0048-9697.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148570>

Chapagain A. (WWF-UK) and James K. (WRAP), 2011, “*The water and carbon footprint of household food and drink waste in the UK*”, UK.

Cibelli M., Cimini A., Cerchiara G. and Moresi M., 2021 “*Carbon footprint of different methods of coffee preparation*”. Sustainable Production and Consumption, Vol. 27, p. 1614-1625, ISSN 2352-5509.

<https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.04.004>.

Ecological Recycling Society (ERS) – Greece, 2015 “*Waste Prevention Guide. Four steps to implement Waste Prevention in my municipality*”, Athens, Greece.

Environmental Protection Agency (EPA), 2010, “*Reducing Wasted Food & Packaging: A Guide for Food Services and Restaurants United States*”, Pacific Southwest

Environmental Protection Agency (EPA), 2017, “*Innovative Uses of Compost Disease Control for Plants and Animals*”, Whashington.

European Environment Agency (EEA), Report 2020 “*Bio-waste in Europe — turning challenges into opportunities*” Publications Office of the European Union, Luxembourg,

<https://doi.org/10.2800/630938>

Fagbemi O. D., Sithole B., and Tesfaye T., 2020, “*Optimization of keratin protein extraction from waste chicken feathers using hybrid pre-treatment techniques*”. Sustainable Chemistry and Pharmacy, Vol. 17, ISSN 2352-5541,

<https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100267>.

Faria-Silva C., A. Ascenso, Costa A. M., Marto J., Carvalheiro M., Ribeiro H. M. and S. Simões, 2019 “*Feeding the skin: A new trend in food and cosmetics convergence*”. Trends in Food Science & Technology, Vol. 95, p. 21-32, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.015>.

Food and Agriculture Organization (FAO), 2013(a), “*Toolkit reducing the foodwastage footprint*”. Διαθέσιμο στην: <https://www.fao.org/3/i3342e/i3342e.pdf> (πρόσβαση Νοέμβριος 2021)

Food and Agriculture Organization (FAO), 2013(b), “*Food wastage footprint, Impacts on natural resources*”. Διαθέσιμο στην: <https://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf> (πρόσβαση Νοέμβριος 2021)

Food and Agriculture Organization (FAO), 2015, “*Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction*”. Διαθέσιμο στην: <https://www.fao.org/3/i2776e/i2776e00.pdf> (πρόσβαση Νοέμβριος 2021)

Fresán U., Marrin D. L., Mejia M. A. and Sabaté J., 2019, “*Water Footprint of Meat Analogs: Selected Indicators According to Life Cycle Assessment*” Selected Indicators According to Life Cycle Assessment *Water 11*, 728. <https://doi.org/10.3390/w11040728>

Gaillac R. and Marbach S., 2021 “*The carbon footprint of meat and dairy proteins: A practical perspective to guide low carbon footprint dietary choice*”. Journal of Cleaner Production, Vol. 321, 128766, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128766>.

Gerbens-Leenes P.W., Mekonnen M.M. and Hoekstra A.Y., 2013, “*The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems*”. Water Resources and Industry, Vol. 1–2, p.25-36, ISSN 2212-3717, <https://doi.org/10.1016/j.wri.2013.03.001>.

Ghosh S., Gillis A., Sheviriyov J., Levkov K. and Golberg A., 2019 “*Towards waste meat biorefinery: Extraction of proteins from waste chicken meat with non-thermal pulsed electric fields and mechanical pressing*”. Journal of Cleaner Production, Vol. 208, p. 220-231, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.037>.

Giroto F., Alibardi L. and Cossu R., 2015 “*Food waste generation and industrial uses: A review*” Waste Management, Vol. 45, p.32-41, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.008>.

Hummel M., Hallahan B.F, Brychkova G., Ramirez-Villegas J., Guwela V., Chataika B., Curley E., McKeown P. C., Morrison L., Talsma E.F., Beebe S., Jarvis A., Chirwa R and Spillane C., 2018, “*Reduction in nutritional quality and growing area suitability of common bean under climate change induced drought stress in Africa*”. Scientific Report 8, 16187 . <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33952-4>

HM Government, 2018, “*Our Waste, our Resources: A strategy for England*”. Διαθέσιμο στην: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/765914/resources-waste-strategy-dec-2018.pdf

Ibidhi R., Hoekstra A. Y., Gerbens-Leenes P.W. and Chouchanec H., 2017 “*Water, land and carbon footprints of sheep and chicken meat produced in Tunisia under different farming systems*” *Ecological Indicators*, Vol. 77, p. 304-313, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.022>.

IPCC, 2019 “*Mbow C., C. Rosenzweig, L.G. Barioni, T.G. Benton, M. Herrero, M. Krishnapillai, E. Liwenga, P. Pradhan, M.G. “Food Security. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Rivera-Ferre, T. Sapkota, F.N. Tubiello, Y. Xu Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley.*

Islam Md S. and Wong A. T. (2017), “*Climate Change and Food In/Security: A Critical Nexus*”. *Environments* 2017, 4, 38 <https://doi.org/10.3390/environments4020038>

Jayabalan R, Malbaša R.V., Sathishkumar M., “*Kombucha*”. Reference Module in Food Science, 2016, ISBN 9780081005965, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03032-8>.

Lang L., Wang Y., Chen X., Zhang Z. , Yang N., Xue B. and Han W., 2020 “*Awareness of food waste recycling in restaurants: evidence from China*” *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 161, 104949, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104949>.

Lange K. W. and Nakamura Y., 2021, “*Edible insects as future food: chances and challenge*”. *Journal of future foods*, 1-1, 38-46 ISSN 2772-5669. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.10.001>.

Leach A.M., Emery K.A., Gephart J., Davis K. F., Erisman J. W., Leip A., Pace M. L., D’Odorico P., Carr J., Noll L. C., Castner E. and Galloway J. N., 2016 “*Environmental impact food labels combining carbon, nitrogen, and water footprints*”. *Food Policy*, Vol. 61, p. 213-223, ISSN 0306-9192, <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.03.006>.

Liberti F., Pistolesi V., Massoli, Bartocci S. P., Bidini G. and Fantozzi F., 2018, “*i REXFO- LIFE, an innovative business model to reduce food waste*”. *Energy Procedia* 148, p.439-446, ISSN 1876-6102. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.08.118>.

Martins de Oliveira M., Lago M. A. and Piran Dal' Magro G., 2021 *"Food loss and waste in the context of the circular economy: a systematic review"*. Journal of Cleaner Production, Vol. 294, 126284, ISSN 0959-6526.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126284>.

Mekonnen M. M. and Hoekstra A. Y., 2011 *"The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products"*. Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 1577–1600, www.hydrol-earth-syst-sci.net/15/1577/2011/

<https://doi:10.5194/hess-15-1577-2011>

Mekonnen M. M. and Hoekstra A. Y., 2012 *"A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products"*. Ecosystems (2012) 15: 401–415

<https://doi: 10.1007/s10021-011-9517-8>

Morgana D. R., Styles D. and Lane E. Th., 2020 *"Thirsty work: Assessing the environmental footprint of craft beer"*. Sustainable Production and Consumption, Vol. 27, p. 242-253, ISSN 2352-5509.

<https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.005>.

Nitzko S. and Spiller A., 2019, *"Comparing "Leaf-to-Root", "Nose-to-Tail" and Other Efficient Food Utilization Options from a Consumer Perspective"*. Sustainability, 11(17), 4779

<https://doi.org/10.3390/su11174779>

Pham P. T. T., Kaushik R., Parshetti G. K., Mahmood R. and Balasubramanian R., 2014 *"Food waste-to-energy conversion technologies: Current status and future directions"*. Waste Management, Vol. 38, p. 399-408, ISSN 0956-053X.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.12.004>.

Pinto D., de la Luz Cadiz-Gurrea M., Garcia J., Saavedra M. J., Freitas V, Costa P., Sarmiento B., Delerue-Matos C. and Rodrigues F., 2021, *"From soil to cosmetic industry: Validation of a new cosmetic ingredient extracted from chestnut shells"*. Sustainable Materials and Technologies, Vol. 29, e00309, ISSN 2214-9937.

<https://doi.org/10.1016/j.susmat.2021.e00309>.

Provin A. P., Dutra A. R. A., Gouveia I.C. A. and Cubas A. L. V., 2021 *"Circular economy for fashion industry: Use of waste from the food industry for the production of biotextiles"*. Technological Forecasting and Social Change, Vol. 169, 120858, ISSN 0040-1625.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120858>.

Rashid M. I. and Shahzad K., 2021 *"Food waste recycling for compost production and its economic and environmental assessment as circular economy indicators of solid waste management"* Journal of Cleaner Production, Vol. 317, 128467, ISSN 0959-6526,

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128467>.

Saberian M., Li J., Donnoli A., Bonderenko E., Oliva P., Gill B., Lockrey S. and Siddique R., 2021 *"Recycling of spent coffee grounds in construction materials: A review"*. Journal of Cleaner Production, Vol. 289, 125837, ISSN 0959-6526,

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125837>.

Saget S., Costa M., Santos C. S., Vasconcelos M. W., Gibbons J., Styles D. and Williams M., 2021 “*Substitution of beef with pea protein reduces the environmental footprint of meat balls whilst supporting health and climate stabilisation goals*”. Journal of Cleaner Production, Volume 297, 126447, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126447>.

Sandströma V., Valinb H., Krisztinb T., Havlíkb P., Herrero M. and Kastnerd T., 2018 “*The role of trade in the greenhouse gas footprints of EU diets*”. Global Food Security, Vol. 19, p. 48-55, ISSN 2211-9124, <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.08.007>.

Secondi L., Principato L., Laureti T., 2015, “*Household food waste behaviour in EU-27 countries: A multilevel analysis*”. Food Policy, Vol. 56, p. 25-40, ISSN 0306-9192, <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.07.007>.

Sharma Y. K., Mangla S. K., Patil P. P. and Liu S., Plymouth Business School, 2017 “*When challenges impede the process For circular economy-driven sustainability practices in food supply chain*”. Management Decision Vol. 57 No. 4, p. 995-1017 Emerald Publishing Limited 0025-1747 <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-1056>

Shoda M. and Sugano Y (2005) “*Recent advances in bacterial cellulose production*”. Biotechnology and Bioprocess Engineering 10:1-8 <https://doi.org/10.1007/BF02931175>

Siddiqui Z., Hagare D. , Jayasena V., Swick R., Rahman M. M.r, Boyle N. and Ghodrati M., 2021 “*Recycling of food waste to produce chicken feed and liquid fertiliser*”. Waste Management, Vol. 131, p. 386-393, ISSN 0956-053X. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.06.016>.

United Nations Environment Programme, 2021, “*FOOD WASTE INDEX REPORT 2021*” Διαθέσιμο στην: <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021> πρόσβαση Δεκέμβριος 2021

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Μακρής Δημήτρης Π. PhD DIC 2019-2020 «*Αξιοποίηση Αγρο-Διατροφικών Αποβλήτων*»

Συμμαχία για τη μείωση σπατάλης τροφίμων, 2021 «*Δράσεις Πρόληψης και μείωσης σπατάλης τροφίμων*»

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020 «*Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων 2020-2030*»

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

EPA “*Reducing the Impact of Wasted Food by Feeding the Soil and Composting*”

<https://www.epa.gov/sustainable-management-food/reducing-impact-wasted-food-feeding-soil-and-composting>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Ιανουάριος 2022

Food and Agriculture Organization of the Nations, “*Food wastage footprint & Climate Change*”

<https://www.fao.org/3/bb144e/bb144e.pdf>, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Ιανουάριος 2022

Hoekstra A. Y., Twente Water Centre, University of Twente, the Netherlands, 2008 “*The water footprint of food*”. <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2008-WaterfootprintFood.pdf> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Οκτώβριος 2021

IPCC (2022), “*Definition of term GHG*” <https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/glossary> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Φεβρουάριος 2022

Waterfootprint.org “*How to calculate the water footprint of any food*”,

<https://waterfootprint.org/media/downloads/PDFHowtoCalculatetheWaterFootprintofanyFood.pdf> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Οκτώβριος 2021

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ (ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ)

Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ «Περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων» όπως τροποποιήθηκε με την οδηγία 2018/850/ΕΕ, προκειμένου να στηριχθεί η μετάβασή της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην Κυκλική Οικονομία

Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ «περί αποβλήτων και κατάργηση ορισμένων οδηγιών» όπως τροποποιήθηκε με τον κανονισμό 2018/851/ΕΚ με τον οποίο θεσπίζονται μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας

Ο Νόμος 4042/2012 (ΦΕΚ 24/τ.Α/13-02-2012): «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος - Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/99/ΕΚ - πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/98/ΕΚ - Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».

Η ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572/τ.Β/16-12-2002): *«Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων»*

Ο Νόμος 4685/20 (ΦΕΚ 92/τ.Α/7-5-2020): *«Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».*

Ο Νόμος 4819/2021 (ΦΕΚ 129/τ.α/23-7-2021): *«Ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων - Ενσωμάτωση των Οδηγιών 2018/851 και 2018/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ περί αποβλήτων και της Οδηγίας 94/62/ΕΚ περί συσκευασιών και απορριμμάτων συσκευασιών, πλαίσιο οργάνωσης του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης, διατάξεις για τα πλαστικά προϊόντα και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, χωροταξικές - πολεοδομικές, ενεργειακές και συναφείς επείγουσες ρυθμίσεις» όπως τροποποιήθηκε από τον Νόμο 4843/2021 (ΦΕΚ 193/τ.α/20-10-2021)*

Κώδικας Τροφίμων και ποτών