



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
Σχολή Επιστημών Τροφίμων  
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
**ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“Μη αξιοποιούμενα Τρόφιμα: Ο ρόλος των ΣΔΑΤ”**

MSc Thesis

**“Food Waste: The role of FSMS”**

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

Ιωαννίδου Νίκη-Μαγδαληνή

Ioannidou Nicki-Magdalini

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Τσάκνης Ιωάννης

Tsaknis Ioannis

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2024



Faculty of Food Sciences  
Department of Food Science and Technology

Master of Science  
**FOOD INNOVATION, QUALITY AND SAFETY**

MSc THESIS

IOANNIDOU NICKI-MAGDALINI

22005

[nicki.ioannidou@gmail.com](mailto:nicki.ioannidou@gmail.com)

SUPERVISOR

TSAKNIS IOANNIS

AIGALEO 2024

## Επιτροπή Αξιολόγησης Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο **“Μη αξιοποιούμενα Τρόφιμα: Ο ρόλος των ΣΔΑΤ”** που παρουσιάστηκε από την **ΙΩΑΝΝΙΔΟΥ ΝΙΚΗ-ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ** υποψήφιας για τον μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στην **“ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ”** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ημερομηνία 19/03/2024

Όνομα Επιβλέποντος

Τσάκνης Ιωάννης

Ομότιμος Καθηγητής ΠΑΔΑ

Όνομα Μέλους Επιτροπής

Τσάκαλη Ευσταθία

Επίκουρη Καθηγήτρια

Όνομα Μέλους Επιτροπής

Λαμπροπούλου Κυριακή

Ακαδημαϊκή Υπότροφος

## Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright

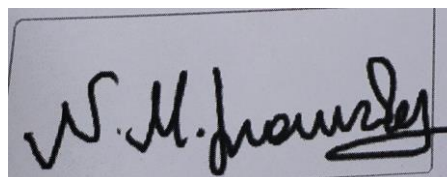
### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ιωαννίδου Νίκη-Μαγδαληνή του Συμεών, με αριθμό μητρώου 22005 φοιτητήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) «ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Επιστημών Τροφίμων, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η Δηλούσα  
ΙΩΑΝΝΙΔΟΥ ΝΙΚΗ-ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ



## Ευχαριστίες

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία, εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών με τίτλο «Καινοτομία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων» της Σχολής Επιστημών Τροφίμων, του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή Τσάκνη Ιωάννη για την πολύτιμη καθοδήγησή του και την βοήθεια που μου έδωσε απλόχερα. Τις ευχαριστίες μου εκφράζω και στην Επίκουρη Καθηγήτρια Τσάκαλη Ευσταθία και στην Ακαδημαϊκή Υπότροφο Λαμπροπούλου Κυριακή που δέχτηκαν να είναι μέλη της Τριμελούς Επιτροπής Αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον φίλο μου Κωνσταντίνο για την υπομονή και την στήριξη σε όλη την διάρκεια συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας. Ακόμη, ευχαριστώ τα αδέρφια μου και τα ανίψια μου για όλη την ηθική συμπαράσταση που προσέφεραν για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής. Τέλος το μεγαλύτερο ευχαριστώ οφείλω στον μπαμπά μου Συμεών που χωρίς εκείνον δεν είχα καταφέρει τίποτα απ'όσα έχω καταφέρει μέχρι σήμερα.

## Περίληψη

Η σπατάλη τροφίμων αποτελεί ένα παγκόσμιο ζήτημα που επηρεάζει την οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον, καθώς το 35% περίπου του συνόλου των τροφίμων που παράγονται ετησίως σπαταλιέται με τεράστιο οικονομικό κόστος. Οι αιτίες περιλαμβάνουν την υπερπαραγωγή, την αναποτελεσματική συγκομιδή, τα προβλήματα αποθήκευσης, τις αλλοιώσεις των τροφίμων κατά μήκος όλης της αλυσίδας εφοδιασμού καθώς και τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Τα αξιόπιστα συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας των τροφίμων είναι ζωτικής σημασίας για τον έλεγχο των κινδύνων από τις αλλοιώσεις των τροφίμων, ωστόσο επηρεάζουν επίσης τις απώλειες τροφίμων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Η παρούσα διατριβή διερευνά τη σχέση μεταξύ της σπατάλης τροφίμων και των συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων (ΣΔΑΤ) με στόχο να κατανοήσει πώς τα ΣΔΑΤ μπορούν να μειώσουν τη σπατάλη, μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης και από τα αποτελέσματα της ανασκόπησης συμπεραίνεται πως η επίτευξη παγκόσμιας εναρμόνισης των προτύπων ασφάλειας τροφίμων είναι απαραίτητη για τη μείωση της σπατάλης και την ενίσχυση της ασφάλειας των τροφίμων. Επιπρόσθετα, η αντιμετώπιση της σπατάλης τροφίμων απαιτεί προληπτικά μέτρα, καινοτόμες τεχνολογίες και συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων τομέων με στόχο τη βελτίωση της αποθήκευσης, τη διαχείριση της μόλυνσης, την προώθηση της υπεύθυνης κατανάλωσης και την εφαρμογή βιώσιμων πολιτικών. Η υιοθέτηση της καινοτομίας και η προώθηση βιώσιμων πρακτικών αποτελούν το κλειδί για τη σημαντική μείωση της σπατάλης τροφίμων και την επίτευξη ανθεκτικών επισιτιστικών συστημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Λέξεις – Κλειδιά: σπατάλη τροφίμων, ασφάλεια τροφίμων, συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων, ISO 22000

## **Abstract**

Food waste is a global issue that affects the economy, society and the environment, as around 35% of all food produced annually is wasted at huge economic cost. Causes include overproduction, inefficient harvesting, storage problems, food spoilage along the supply chain and consumer behaviour. Reliable food safety management systems are vital to control the risks of food spoilage, but they also affect food losses along the supply chain. This thesis explores the relationship between food waste and food safety management systems (FSMS) in order to understand how FSMS can reduce food waste through a literature review and from the results of the review it is concluded that achieving global harmonization of food safety standards is essential to reduce waste and enhance food safety. In addition, tackling food waste requires preventive measures, innovative technologies and cooperation between the sectors involved in order to improve storage, manage contamination, promote responsible consumption and implement sustainable policies. Adopting innovation and promoting sustainable practices are key to significantly reducing food waste and achieving resilient food systems globally.

Keywords: food waste, food safety, food safety management systems, ISO 22000

## Περιεχόμενα

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright.....	iii
Περίληψη.....	v
Abstract .....	vi
Κατάλογος Εικόνων.....	ix
Κατάλογος Πινάκων.....	x
Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 1: Το φαινόμενο της σπατάλης τροφίμων.....	4
1.1 Ορισμός της σπατάλης τροφίμων.....	4
1.2 Διαστάσεις του φαινομένου της σπατάλης τροφίμων.....	6
1.3 Συνέπειες της σπατάλης τροφίμων.....	10
1.3.1 Επιπτώσεις στο περιβάλλον.....	10
1.3.2 Κοινωνικές επιπτώσεις.....	11
1.3.3 Οικονομικές επιπτώσεις.....	12
1.4 Αιτίες της σπατάλης τροφίμων σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων.....	13
1.5 Αλλοίωση τροφίμων στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας και σπατάλη.....	18
1.5.1 Πρωτογενής παραγωγή.....	19
1.5.2. Μεταποίηση.....	20
1.5.3. Διακίνηση, συσκευασία και αποθήκευση.....	20
1.5.4. Τομέας λιανικής.....	21
1.5.5 Καταναλωτές.....	21
Κεφάλαιο 2: Συστήματα διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων (ΣΔΑΤ).....	24
2.1 Η ασφάλεια των τροφίμων.....	24
2.2 Το σύστημα HACCP.....	27
2.3 Εφαρμογή του προτύπου ISO 22000 σε εταιρείες τροφίμων διεθνώς και αξιολόγηση του ρόλου του στην πρόληψη των τροφογενών ασθενειών.....	32
2.4 Παγκόσμια Πρωτοβουλία για την Ασφάλεια των Τροφίμων (GFSI).....	34
Κεφάλαιο 3: Ο ρόλος των ΣΔΑΤ στο φαινόμενο της σπατάλης τροφίμων.....	38



3.1 Πώς οι κανονισμοί για την ασφάλεια των τροφίμων προστατεύουν αλλά και συμβάλλουν στη δημιουργία απωλειών τροφίμων .....	38
3.2 Κενά στην ασφάλεια των τροφίμων και ο ρόλος τους στη σπατάλη τροφίμων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων .....	41
3.2.1 Στάδιο πρωτογενούς παραγωγής .....	41
3.2.2 Στάδιο επεξεργασίας τροφίμων .....	49
3.2.3 Στάδιο λιανικής πώλησης και τελικής κατανάλωσης.....	53
3.3 Σπατάλη τροφίμων λόγω φαινομένων απάτης και νοθείας τροφίμων .....	58
Κεφάλαιο 4: Τρέχουσες και νέες μέθοδοι για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων .....	60
4.1 Μέτρα για την καταπολέμηση του ζητήματος της σπατάλης τροφίμων .....	60
4.1.1. Μέτρα κατά την αποθήκευση των τροφίμων .....	60
4.1.2. Διαχείριση της μόλυνσης τροφίμων από αφλατοξίνη .....	62
4.1.3. Πρωτοβουλίες για τη μείωση απορριπτόμενων τροφίμων.....	62
4.1.4. Δωρεές τροφίμων ως μέθοδος για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων .....	63
4.1.5. Διασφάλιση γνησιότητας, ιχνηλασιμότητας και καταπολέμηση απάτης στα τρόφιμα.....	64
4.2 Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας για την Εκτίμηση Κινδύνου (QMSRA) .....	66
4.3 Τεχνολογίες αισθητήρων και έξυπνη συσκευασία .....	68
4.4 Νεότερες εξελίξεις και Μελλοντικές προοπτικές .....	72
Συμπεράσματα – Συζήτηση .....	76
Βιβλιογραφία.....	80

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Η σπατάλη τροφίμων ως άθροισμα των απωλειών και των αποβλήτων τροφίμων (Abeliotis et al., 2017).....	5
Εικόνα 1.2: Διαστάσεις του προβλήματος της σπατάλης τροφίμων (WWF, 2020) .....	6
Εικόνα 1.3: Ποσοστά σπατάλης τροφίμων επί της συνολικής παραγωγής (Hensel, 2022) 7	
Εικόνα 1.4: Σπατάλη τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2021 (Ec.europa.eu, 2022).....	8
Εικόνα 1.5: Οι χώρες με τη μεγαλύτερη σπατάλη τροφίμων ανά κεφαλή για το έτος 2021 (Statista, 2021) .....	9
Εικόνα 1.6: Ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα σε kg ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα ανά τόνο αποβλήτων τροφίμων (Zero Waste Scotland, 2021).....	11
Εικόνα 1.7: Εκτιμώμενο συνολικό παγκόσμιο οικονομικό κόστος του φαινομένου της σπατάλης τροφίμων (FAO, 2014).....	13
Εικόνα 1.8: Συσχέτιση μεταξύ σπατάλης και ασφάλεια στον τομέα της παραγωγής γάλακτος (Asselt et al., 2016) .....	19
Εικόνα 1.9: Σχέση μεταξύ σπατάλης και ασφάλειας τροφίμων ανάλογα με την οικονομική ανάπτυξη (Toma et al., 2020) .....	23
Εικόνα 2.1: Πιθανοί κίνδυνοι ασφάλειας των τροφίμων (Focker et al., 2022) .....	25
Εικόνα 2.2: Το Σύστημα Διαχείρισης της Ασφάλειας των Τροφίμων HACCP (ISO Global, 2015).....	28
Εικόνα 2.3: Ο κύκλος PDCA (www.pqbweb.eu, n.d.).....	30
Εικόνα 2.4: Η πυραμίδα Ασφάλειας Τροφίμων (GFSI, 2011).....	36
Εικόνα 3.1: Σπατάλη τροφίμων που θα μπορούσε να αποφευχθεί στην Ε.Ε. ανά στάδιο της αλυσίδας τροφίμων και ανά βρώσιμο προϊόν (ICF, 2018) .....	53
Εικόνα 3.2: Συνολική σπατάλη ανά κατηγορία τροφίμων που συνδέονται με τη συσκευασία (Williams et al., 2020) .....	56
Εικόνα 4.1: Εξελιγμένο σύστημα ετικέτας ημερομηνίας, με παράδειγμα μια έξυπνη ετικέτα δείκτη χρόνου-θερμοκρασίας (TTI) (Karanth et al., 2023).....	72

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Απώλειες και απόβλητα τροφίμων στα διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων ανά κατηγορία τροφίμων και το επίπεδο εισοδήματος της χώρας (FAO, 2014c) .....	42
Πίνακας 2: Ταξινόμηση ανάκλησης τροφίμων από το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ (FSIS, 2015).....	51
Πίνακας 3: Τύποι και περιγραφές της απάτης στα τρόφιμα (Zhang and Xue, 2016)	59

## Εισαγωγή

Το ζήτημα της σπατάλης τροφίμων έχει βαθιές επιπτώσεις σε παγκόσμια κλίμακα, επηρεάζοντας όχι μόνο την οικονομία, αλλά και την κοινωνία και το περιβάλλον. Σύμφωνα με τον ορισμό του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO, 2019), η σπατάλη τροφίμων (food wastage) αναφέρεται στο σύνολο της απώλειας τροφίμων ως αλλοίωση, διαρροή ή μη φυσιολογική φθορά των τροφίμων πριν φτάσουν στον καταναλωτή (food loss) μαζί με τα απόβλητα τροφίμων (food waste) τα οποία αφορούν στην άσκοπη απόρριψη υπολειμμάτων ή αποθηκευμένων τροφίμων στο στάδιο της κατανάλωσης, ακόμη και αν είναι ακόμα κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση. Επομένως, η σπατάλη τροφίμων αναφέρεται στην απόρριψη ή μη χρήση ασφαλών τροφίμων σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, 2016).

Αυτό το σημαντικό ζήτημα της της σπατάλης τροφίμων είναι παρόν παγκοσμίως εδώ και αιώνες και είναι μια αντανάκλαση πολιτιστικών πρακτικών, όπως αποδεικνύεται από αρχαιολογικά ευρήματα που περιέχουν οργανικά κατάλοιπα (Freeman et al., 2018). Τα τελευταία χρόνια, η σπατάλη τροφίμων έχει γίνει μια σημαντική παγκόσμια ανησυχία, καθώς κάθε χρόνο ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της τάξης του 30% της συνολικής παραγωγής τροφίμων στον κόσμο χάνεται ή σπαταλάται, ενώ ταυτόχρονα πάνω από 800 εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από υποσιτισμό παγκοσμίως (United Nations, 2017). Το πρόβλημα της σπατάλης τροφίμων αναμένεται να επιδεινωθεί καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται (Τσικαλάκης, 2019).

Τα ποσοστά της σπατάλης τροφίμων που λαμβάνουν χώρα σε διάφορα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, ποικίλλουν από χώρα σε χώρα, αποτελώντας σημαντική απειλή για την οικονομική βιωσιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων (Camproy-Muñoz et al., 2017). Οι τομείς που συμβάλλουν περισσότερο στη σπατάλη τροφίμων είναι τα νοικοκυριά (53%), η μεταποίηση (19%), οι υπηρεσίες τροφίμων (12%), η πρωτογενής παραγωγή (11%) και η χονδρική και λιανική πώληση (5%) (FUSIONS, 2016). Παράγοντες που συμβάλλουν στη σπατάλη τροφίμων περιλαμβάνουν τον ανεπαρκή σχεδιασμό προετοιμασίας, αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης ή χειρισμού τροφίμων,

καθώς και περιστατικά ασφάλειας τροφίμων που προκύπτουν από βιομηχανική ή κανονιστική αμέλεια που μπορεί να οδηγήσουν σε ανακλήσεις προϊόντων λόγω τροφογενών ασθενειών. Ωστόσο, όπως συμπεραίνεται από αυτά τα στατιστικά, η σπατάλη τροφίμων παρατηρείται πιο συχνά σε επίπεδο καταναλωτή. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους οι καταναλωτές απορρίπτουν τα τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένης της απόκλισης των νωπών προϊόντων από τα αντιληπτά βέλτιστα πρότυπα, της απόρριψης των υπολειμμάτων ή των αχρησιμοποίητων τροφίμων σε νοικοκυριά ή σε καταστήματα εστίασης, των υπερβολικών αγορών, της ακατάλληλης αποθήκευσης και των εσφαλμένων αντιλήψεων σχετικά με τις ημερομηνίες λήξης των τροφίμων (Patra et al., 2022). Επιπλέον, ο αβάσιμος, πολλές φορές, φόβος για την ασφάλεια των αγορασμένων τροφίμων μεταξύ των καταναλωτών μπορεί επίσης να συμβάλει στην απόρριψη απολύτως ασφαλών τροφίμων (Qi and Roe, 2016).

Η σπατάλη τροφίμων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού προέρχεται κυρίως από ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων. Διάφοροι κίνδυνοι που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων κατά την πρωτογενή παραγωγή τους, όπως για παράδειγμα μυκοτοξίνες σε ζωοτροφές και υπολείμματα αντιβιοτικών στα παραγόμενα προϊόντα λόγω υπερβολικής χρήσης φαρμάκων για τον έλεγχο των ασθενειών των ζώων, μπορούν να οδηγήσουν στην παραγωγή τροφίμων που είναι ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση και στη συνέχεια σπαταλούνται (Tomaszewska et al., 2022). Επειδή η ασφάλεια θεωρείται κρίσιμο χαρακτηριστικό των τροφίμων, η εφαρμογή κατάλληλων πρακτικών διαχείρισης κινδύνου σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να συμβάλει στην ελαχιστοποίηση της σπατάλης τροφίμων με τη χρήση αποτελεσματικών συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων. Η μη συμμόρφωση με τους εθνικούς ή διεθνείς κανονισμούς, καθώς και η έλλειψη ευαισθητοποίησης σχετικά με τη σημασία των ασφαλών και υγιεινών τροφίμων, μπορεί να συμβάλει σε τροφογενείς ασθένειες και σημαντική σπατάλη τροφίμων, ιδιαίτερα στα στάδια της μεταφοράς και κατανάλωσης. Ωστόσο, η επίτευξη καλύτερης ευθυγράμμισης μεταξύ των πολιτικών τροφίμων που αφορούν τόσο στα απορρίμματα τροφίμων όσο και στην ασφάλεια απαιτεί μια ενδεδειγμένη αξιολόγηση των υφιστάμενων κανονισμών για την ασφάλεια των τροφίμων, για τον εντοπισμό πιθανών πρακτικών που ενδέχεται να επηρεάσουν χωρίς λόγο την ασφάλεια και τα απόβλητα τροφίμων, όπως για παράδειγμα η επισήμανση και η συσκευασία τροφίμων (WFP, 2013).

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να ερευνηθεί η σχέση μεταξύ του φαινομένου της σπατάλης τροφίμων και των συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων, καθώς και ο ρόλος των συστημάτων αυτών στη μείωση του φαινομένου της σπατάλης των τροφίμων. Η μεθοδολογία για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ήταν η επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας των τελευταίων 15 ετών με έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις βάσεις δεδομένων PubMed, Scopus και Google Scholar, με χρήση λέξεων-κλειδιών όπως: food waste, food safety, food safety management systems, ISO 22000.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται το φαινόμενο και οι διαστάσεις της σπατάλης τροφίμων διεθνώς, καθώς και οι αιτίες που προκαλούν το συγκεκριμένο φαινόμενο σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας των τροφίμων. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων (ΣΔΑΤ) καθώς και ο ρόλος του προτύπου ISO 22000 στην πρόληψη των τροφογενών ασθενειών. Στο τρίτο κεφάλαιο, διερευνάται η σχέση μεταξύ των ΣΔΑΤ και της σπατάλης τροφίμων και τέλος, στο κεφάλαιο 4, παρουσιάζονται οι πλέον πρόσφατες τεχνολογίες για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων καθώς και οι μελλοντικές προοπτικές.

# Κεφάλαιο 1: Το φαινόμενο της σπατάλης τροφίμων

## 1.1 Ορισμός της σπατάλης τροφίμων

Η σπατάλη τροφίμων, σύμφωνα τον ορισμό του FAO (2109), περιλαμβάνει τόσο την έννοια της απώλειας τροφίμων που μπορεί να προκύψει σε οποιαδήποτε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας έως ότου φθάσουν στον καταναλωτή, όσο και την έννοια της απόρριψης των αποβλήτων τροφίμων σε επίπεδο λιανικής πώλησης και τελικής κατανάλωσης (εικόνα 1). Η απώλεια τροφίμων περιλαμβάνει τη μείωση της ποσότητας των τροφίμων που υπάρχουν σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων, ξεκινώντας από τη στιγμή της συγκομιδής τους μέχρι να φτάσει σε ένα στάδιο όπου είναι κατάλληλο για κατανάλωση από τον γενικό πληθυσμό. Αυτό το φαινόμενο περιλαμβάνει κάθε κατάσταση όπου υπάρχει μείωση στη συνολική ποσότητα των διαθέσιμων τροφίμων, η οποία μπορεί να συμβεί σε διάφορα στάδια μετά τη συγκομιδή, συμπεριλαμβανομένου του χειρισμού, της αποθήκευσης, της μεταφοράς, της επεξεργασίας και της διανομής των τροφίμων. Η σπατάλη τροφίμων, που προέρχεται από την απώλεια, οφείλεται κυρίως σε προβλήματα που σχετίζονται με τις γεωργικές πρακτικές και τις τεχνολογίες επεξεργασίας, όπως η αλλοίωση των τροφίμων που προκαλείται από ανεπαρκείς μεθόδους αποθήκευσης ή απώλεια λόγω απροσδόκητων γεγονότων όπως είναι οι φυσικές καταστροφές (Lipinski et al., 2013). Αντίθετα, τα απόβλητα τροφίμων περιλαμβάνουν την πράξη της πρόωρης απόρριψης τροφίμων που παραμένουν κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση, για λόγους όπως η παρέλευση των ημερομηνιών λήξης που αναγράφονται στις συσκευασίες, η υπερβολική διαθεσιμότητα ή ακόμη και οι ατομικές διατροφικές προτιμήσεις. Η σπατάλη τροφίμων που αφορά στα απόβλητα των τροφίμων πραγματοποιείται είτε στο στάδιο της λιανικής πώλησης είτε από τον τελικό καταναλωτή και προκύπτει κυρίως ως αποτέλεσμα των πρακτικών λιανικής και της συμπεριφοράς των καταναλωτών. (Abeliotis et al., 2017, FAO, 2019).



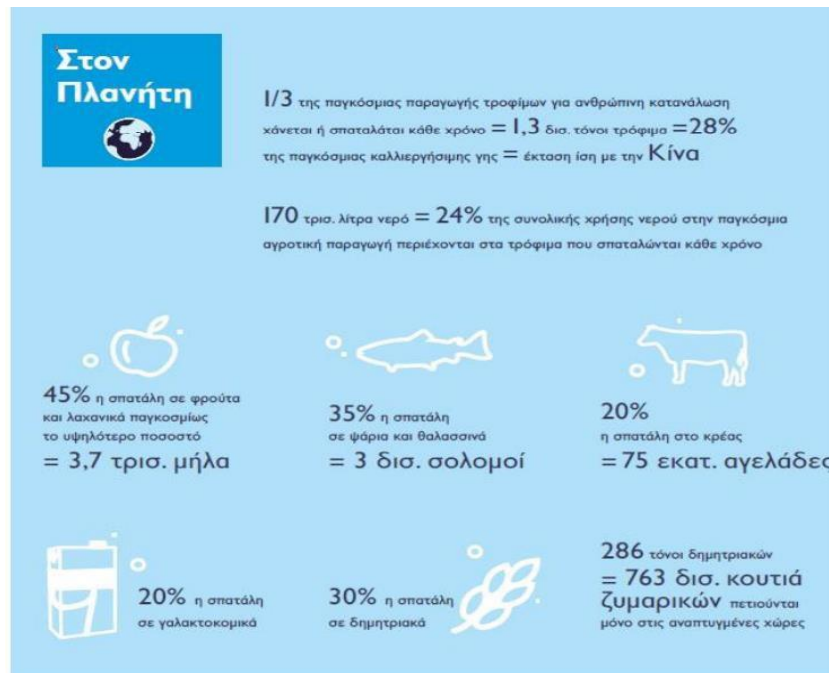
**Εικόνα 1.1: Η σπατάλη τροφίμων ως άθροισμα των απωλειών και των αποβλήτων τροφίμων (Abeliotis et al., 2017)**

Επιπλέον, έχουν δοθεί και άλλοι ορισμοί για το φαινόμενο αυτό, όπως για παράδειγμα η έννοια των «δυσνητικών απωλειών και σπατάλης τροφίμων», η οποία περιλαμβάνει όχι μόνο τις απώλειες μετά τη συγκομιδή αλλά και τις απώλειες πριν από τη συγκομιδή, οι οποίες μπορεί να προκύψουν για διάφορους λόγους, όπως ασθένειες των φυτών, δυσμενείς καιρικές συνθήκες, ή ακόμα και μειώσεις στις τιμές των καλλιεργούμενων αγαθών οι οποίες συμβάλλουν στην παραμονή των καλλιεργειών στο χωράφι (Schuster & Torero, 2016). Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι η FUSIONS (2016) , έχει δώσει έναν ευρύτερο ορισμό για τη σπατάλη τροφίμων, ο οποίος περιλαμβάνει επιπρόσθετα τα υγρά απόβλητα, τα ψάρια που πετιούνται στη θάλασσα καθώς και τις καλλιέργειες που δεν οδηγήθηκαν σε συγκομιδή, ενώ ταυτόχρονα θεωρεί τα μη βρώσιμα μέρη των τροφίμων, όπως για παράδειγμα τα κόκκαλα, ως μέρος της κατηγορίας των αποβλήτων τροφίμων. Ωστόσο, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα χρησιμοποιεί η έννοια της σπατάλης τροφίμων όπως δόθηκε στον ορισμό του FAO (2019) που αφορά στο σύνολο των απωλειών και των αποβλήτων τροφίμων.



## 1.2 Διαστάσεις του φαινομένου της σπατάλης τροφίμων

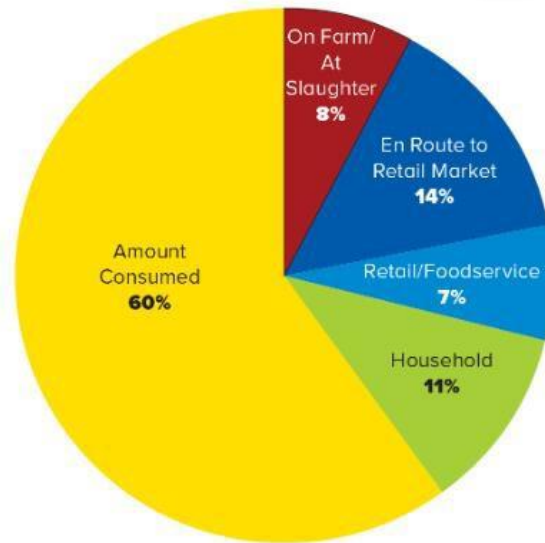
Σύμφωνα με τον FAO (2011), σπαταλάται ετησίως μια σημαντική ποσότητα τροφίμων, η οποία αγγίζει το 35% της συνολικά παραγόμενης και εκτιμάται πως το οικονομικό κόστος αυτής της σπατάλης αγγίζει τα 2.5 δολάρια ΗΠΑ (Bellu, 2017). Η κύρια πηγή της σπατάλης αυτής βρίσκεται στα νοικοκυριά, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 42% της συνολικής σπατάλης (ΕΕΑ, 2020).



Εικόνα 1.2: Διαστάσεις του προβλήματος της σπατάλης τροφίμων (WWF, 2020)

Σύμφωνα με το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP, 2021), η παραγωγή οικιακών αποβλήτων τροφίμων ξεπερνάει το μισό εκατομμύριο τόνους κάθε έτος σε παγκόσμιο επίπεδο, αντιπροσωπεύοντας περισσότερο από το ένα δέκατο της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων. Λαμβάνοντας υπόψη τα επιπλέον ποσοστά τροφίμων που σπαταλούνται στην υπόλοιπη εφοδιαστική αλυσίδα, όπως το περίπου το 8% των τροφίμων που χάνεται κατά την διαδικασία συγκομιδής, το 14% που χάνεται κατά τη μεταφορά και την αποθήκευση καθώς και ένα επιπλέον 7% των παραγόμενων τροφίμων που σπαταλάται σε επίπεδο λιανικής και εστίασης, καθίσταται προφανές ότι σχεδόν το 40% των τροφίμων που παράγονται αποτυγχάνει να φτάσει εν τέλει στους πληθυσμούς που το χρειάζονται (εικόνα 2), ενώ υπάρχουν αυτή τη στιγμή

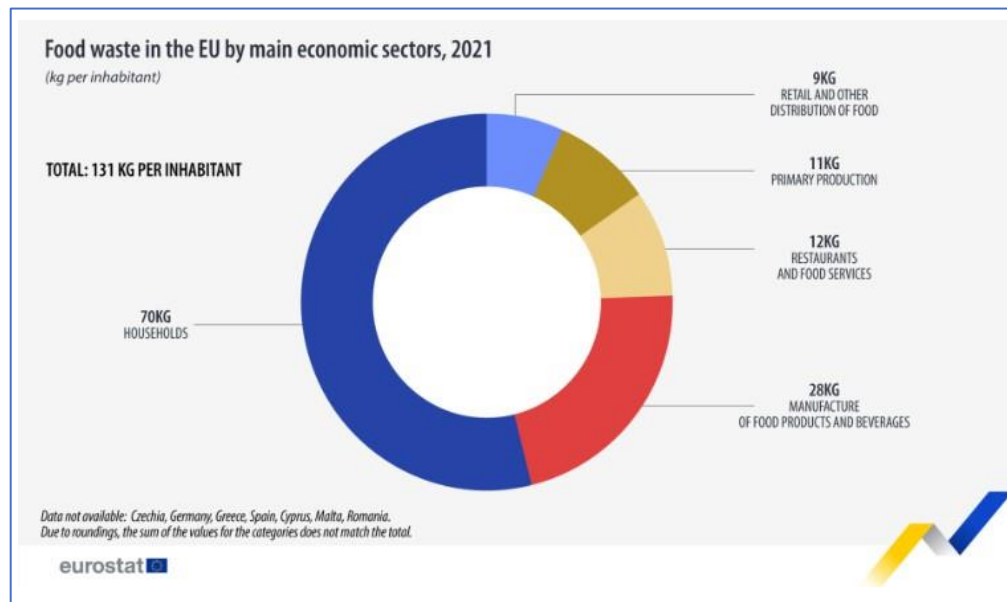
περισσότεροι από 250 εκατομμύρια άνθρωποι στον πλανήτη που διαβιούν στα όρια της πείνας (Hensel, 2022).



**Εικόνα 1.3: Ποσοστά σπατάλης τροφίμων επί της συνολικής παραγωγής (Hensel, 2022)**

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat (Ec.europa.eu, 2022), στην Ευρωπαϊκή Ένωση, κατά το έτος 2021, η μέση ποσότητα αποβλήτων τροφίμων που παρήχθησαν ανά άτομο ήταν περίπου 130 κιλά. Από αυτό το σύνολο, τα νοικοκυριά ήταν υπεύθυνα για περισσότερο από το ήμισυ της συνολικής σπατάλης τροφίμων. Ως εκ τούτου, συμπεραίνεται πως τα οικιακά απόβλητα τροφίμων είναι σχεδόν διπλάσια από την ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται στα άλλα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συγκεκριμένα, στον τομέα της πρωτογενούς παραγωγής και της επεξεργασίας τροφίμων και ποτών, τα απόβλητα τροφίμων για το έτος 2021 αντιστοιχούσαν στο 9% και το 21% αντίστοιχα του συνόλου των αποβλήτων, ενώ στους τομείς των εστιατορίων και των υπηρεσιών τροφίμων το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 9%. Τη χαμηλότερη ποσότητα αποβλήτων τροφίμων είχε ο τομέας λιανικής και διανομής, με ποσοστό 7% επί του συνόλου της σπατάλης των τροφίμων (εικόνα 3). Όσον αφορά στην Ελλάδα, υπολογίζεται πως κάθε ελληνικό νοικοκυριό σπαταλά ποσότητες τροφίμων της τάξης των σχεδόν 100 κιλών ετησίων, ενώ το ποσοστό της σπατάλης σε σχέση με τη συνολική παραγωγή

τροφίμων ανέρχεται στο 5%, που είναι υπερδιπλάσιο του αντίστοιχου ποσοστού στην Ευρώπη (WWF, 2020).

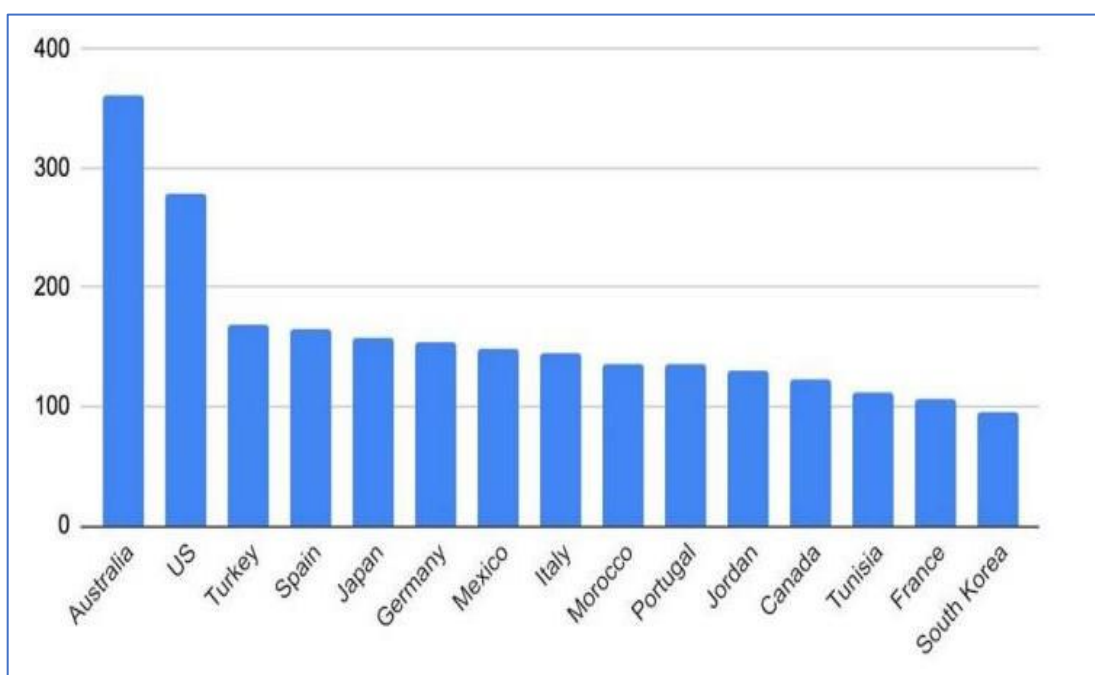


**Εικόνα 1.4: Σπατάλη τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2021 (Ec.europa.eu, 2022)**

Τα πρότυπα της σπατάλης τροφίμων ποικίλλουν μεταξύ των χωρών του πλανήτη και ιδιαίτερα μεταξύ ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων περιοχών. Στις ανεπτυγμένες χώρες, οι κύριοι τομείς όπου σημειώνεται σπατάλη είναι σε επίπεδο λιανικής και τελικής κατανάλωσης, ενώ στις χώρες χαμηλού εισοδήματος η απώλεια συμβαίνει κυρίως κατά την παραγωγή ή τη μεταποίηση πριν φτάσει στον καταναλωτή. Ωστόσο, ο κύριος παράγοντας που συμβάλλει στην παγκόσμια σπατάλη τροφίμων είναι οι καταναλωτές που κατοικούν σε περιοχές με υψηλά επίπεδα κατανάλωσης τροφίμων (Cloke, 2016) και συγκεκριμένα έχει υπολογιστεί πως η ποσότητα τροφίμων που σπαταλάται από τους καταναλωτές στις ανεπτυγμένες χώρες είναι περίπου η ίδια με την ποσότητα τροφίμων που παράγεται συνολικά στις χώρες της υποσαχάριας Αφρικής (Kennard, 2019). Στην εικόνα 5 φαίνονται οι χώρες με τη μεγαλύτερη κατά κεφαλήν σπατάλη τροφίμων για το έτος 2021.

Οι καταναλωτές συχνά σπαταλούν τρόφιμα όπως το ψωμί, τα φρέσκα φρούτα, τα λαχανικά, τα καπνιστά κρέατα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Αυτά τα τρόφιμα

ανήκουν στην κατηγορία των ευπαθών τροφίμων, δηλαδή είναι ευαίσθητα στην ποιοτική υποβάθμιση κατά τη διάρκεια της παρασκευής, αποθήκευσης, μεταφοράς και χειρισμού τους (Tomaszewska et al., 2022). Η αλλοίωση των τροφίμων μπορεί να προκληθεί από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της παραμέλησης των των προτύπων υγιεινής. Οι ανεπαρκείς συνθήκες αποθήκευσης, για παράδειγμα, μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα μικροβιακή αλλοίωση, καθιστώντας τα τρόφιμα ακατάλληλα για κατανάλωση. Σύμφωνα με μελέτες, τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά είναι ιδιαίτερα ευάλωτα και είναι πιθανότερο να αλλοιωθούν γρηγορότερα από ό,τι θα αναμενόταν, ειδικά όταν αποθηκεύονται σε κακές συνθήκες (Guiller et al., 2022). Σε μια πρόσφατη έρευνα (Heng & House, 2021) περίπου το 60% των συμμετεχόντων ανέφεραν ότι απέρριψαν φρούτα και λαχανικά επειδή αλλοιώθηκαν πιο γρήγορα από ό,τι περίμεναν. Οι συμμετέχοντες ανέφεραν επίσης ότι απορρίπτουν τρόφιμα που δεν πληρούν τα αποδεκτά πρότυπα, όπως αυτά που έχουν παραμορφωθεί, παρουσιάζουν αλλοίωση ή έχουν μη κατάλληλο χρώμα. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα, οι καταναλωτές βασίζονται στην εμφάνιση των τροφίμων για να αξιολογήσουν αν έχουν αλλοιωθεί ή όχι.



**Εικόνα 1.5: Οι χώρες με τη μεγαλύτερη σπατάλη τροφίμων ανά κεφαλή για το έτος 2021 (Statista, 2021)**

Παρά το γεγονός ότι έως σήμερα έχει επιτευχθεί σε μεγάλο βαθμό η θρέψη του παγκόσμιου πληθυσμού, ο οποίος αυξήθηκε κατά 5 περίπου φορές τα τελευταία 120 χρόνια, η συνέχιση του επιτεύγματος αυτού δεν είναι πλέον βιώσιμη (Hensel, 2022). Για το λόγο αυτό, τα κράτη μέλη των Ηνωμένων Εθνών έχουν υιοθετήσει ομόφωνα την Ατζέντα του 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (United Nations, 2023), η οποία περιλαμβάνει ένα σύνολο 17 Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, οι οποίοι αποτελούν τον οδικό χάρτη για την επίτευξη ενός πιο βιώσιμου πλανήτη και τη βελτίωση της συνολικής ευημερίας των κατοίκων του. Μεταξύ αυτών των στόχων, υπάρχει ο στόχος 12.3 ο οποίος εστιάζει στη μείωση κατά το ήμισυ της σπατάλης τροφίμων που προέρχεται από την απόρριψή τους από τους καταναλωτές, καθώς και στον μετριασμό των απωλειών τροφίμων σε όλα τα υπόλοιπα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού.

### **1.3 Συνέπειες της σπατάλης τροφίμων**

Η βιομηχανία παραγωγής τροφίμων είναι γνωστή για τη μεγάλη χρήση πόρων και τη συμβολή της στην έκλυση επιβλαβών ουσιών. Όταν τα τρόφιμα σπαταλούνται, αυτό οδηγεί στην υποβάθμιση όλων των πόρων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή τους, γεγονός που με τη σειρά του έχει τόσο αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όσο και κοινωνικο-οικονομικές (FAO, 2019).

#### **1.3.1 Επιπτώσεις στο περιβάλλον**

Οι περιβαλλοντικές συνέπειες της παραγωγής τροφίμων που δεν καταναλώνονται είναι ιδιαίτερα σημαντικές καθώς έχει βρεθεί πως η σπατάλη τροφίμων οδηγεί σε αύξηση της ποσότητας των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου. Το μεγαλύτερο μέρος των τροφίμων αυτών καταλήγει σε χωματερές, συμβάλλοντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη με την παραγωγή μεθανίου, ενός πολύ ισχυρού αερίου του θερμοκηπίου που είναι περισσότερο από 20 φορές ισχυρότερο από το διοξείδιο του άνθρακα, ενώ στην περίπτωση που πραγματοποιούνταν σωστή κομποστοποίηση αυτών των αποβλήτων το αποτέλεσμα θα ήταν η απελευθέρωση του λιγότερο επιβλαβούς διοξειδίου του άνθρακα αντί για μεθάνιο.

Έχει ευρέως αναγνωρισθεί το γεγονός πως η σπατάλη τροφίμων επιδρά στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Το έτος 2021, η Υπηρεσία Προστασίας του

Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) δημοσίευσε μια έκθεση που εξέταζε τις περιβαλλοντικές συνέπειες των αποβλήτων τροφίμων. Η εν λόγω έκθεση, παρουσιάζει την εκτίμηση της EPA ότι η ετήσια σπατάλη τροφίμων στις Ηνωμένες Πολιτείες έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή 170 εκατομμυρίων μετρικών τόνων αερίων του θερμοκηπίου, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι σημαντικές εκπομπές μεθανίου που προέρχονται από την αποσύνθεση των αποβλήτων τροφίμων στους χώρους υγειονομικής ταφής.



**Εικόνα 1.6: Ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα σε kg ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα ανά τόνο αποβλήτων τροφίμων (Zero Waste Scotland, 2021)**

### 1.3.2 Κοινωνικές επιπτώσεις

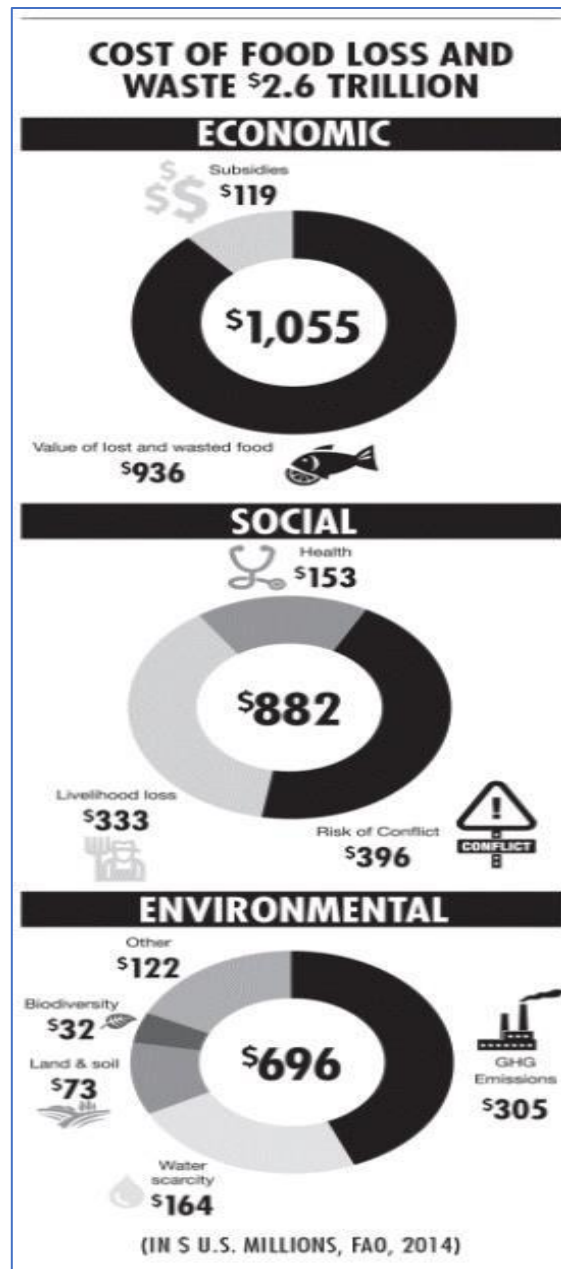
Παρά το γεγονός της παγκόσμιας υπερπαραγωγής τροφίμων, η πείνα και ο υποσιτισμός πλήττουν σχεδόν ένα δισεκατομμύριο άτομα παγκοσμίως. Όπως ήδη ειπώθηκε, οι ανεπτυγμένες χώρες απορρίπτουν σημαντικές ποσότητες τροφίμων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από τις αναπτυσσόμενες χώρες, παρόλο που παραμένουν καλής ποιότητας και ασφαλή για κατανάλωση. Παρόμοια ζητήματα εκδηλώνονται και στο εσωτερικό μεμονωμένων ανεπτυγμένων χωρών, όπου ορισμένα τμήματα του πληθυσμού έχουν πρόσβαση σε πλεονάζουσες ποσότητες τροφίμων, ενώ οι κοινωνικά ευάλωτες ομάδες αγωνίζονται να αποκτήσουν ποιοτική τροφή, και σε ορισμένες περιπτώσεις, επαρκή τροφή. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, αναφέρεται ότι έως και το 50% μη αλλοιωμένων και ποιοτικών τροφίμων απορρίπτεται ετησίως στα νοικοκυριά και τα καταστήματα εστίασης, παρά το γεγονός ότι περισσότερα από 15 εκατομμύρια άτομα βασίζονται σε επισιτιστική βοήθεια μέσω φιλανθρωπικών οργανώσεων (Seberini, 2020).

### 1.3.3 Οικονομικές επιπτώσεις

Το παγκόσμιο οικονομικό κόστος της σπατάλης τροφίμων εκτιμάται σε περίπου 1 τρισεκατομμύριο δολάρια ετησίως, ενώ το ποσό αυτό ανέρχεται ακόμα υψηλότερα (αγγίζοντας τα 2,6 τρισεκατομμύρια δολάρια) εάν συνυπολογιστεί το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος που συνδέεται με αυτό το φαινόμενο, όπως φαίνεται στην εικόνα 7 (FAO, 2019).

Οι οικονομικές συνέπειες της σπατάλης τροφίμων είναι τεράστιες και επηρεάζουν κάθε τομέα της οικονομίας. Ορισμένες από τις κύριες οικονομικές συνέπειες της σπατάλης τροφίμων περιλαμβάνουν (Friman & Hyttiä, 2022):

- Οικονομικές απώλειες σε διάφορους τομείς της οικονομίας, όπως οι αγρότες, οι μεταποιητές τροφίμων, οι διανομείς και οι λιανοπωλητές, καθώς η πράξη της απόρριψης ή της μη πώλησης τροφίμων σημαίνει σπατάλη των πόρων που διατέθηκαν για την παραγωγή, τη μεταφορά και την προώθηση των τροφίμων.
- Το αυξημένο κόστος παραγωγής λόγω της ανάγκης υπερπαραγωγής τροφίμων για την αντιστάθμιση των αναμενόμενων απωλειών λόγω αλλοίωσης ή αισθητικών ελαττωμάτων.
- Τα έξοδα μεταφοράς και αποθήκευσης συμβάλλουν στη συνολική οικονομική επιβάρυνση που συνδέεται με τη σπατάλη τροφίμων, περιλαμβάνοντας δαπάνες που σχετίζονται με τα καύσιμα, την ψύξη και τις υποδομές.
- Τις οικονομικές επιπτώσεις στους μικροκαλλιεργητές, οι οποίοι διαθέτουν περιορισμένους πόρους για να αντιμετωπίσουν τις οικονομικές επιπτώσεις της σπατάλης καλλιεργειών ή προϊόντων και ενδέχεται να αντιμετωπίζουν αυξημένη ευπάθεια σε σχέση με τις οικονομικές συνέπειες της σπατάλης τροφίμων, γεγονός που επιδρά και στις κοινωνικές επιπτώσεις του φαινομένου.
- Την απώλεια εξαγωγικών ευκαιριών, συνέπεια της σπατάλης τροφίμων, καθώς μπορεί να μειώσει την ικανότητα μιας χώρας να εξάγει τα προϊόντα διατροφής της. Η εκτεταμένη σπατάλη μπορεί να υπονομεύσει την ανταγωνιστικότητα της βιομηχανίας τροφίμων μιας χώρας στη διεθνή αγορά.



Εικόνα 1.7: Εκτιμώμενο συνολικό παγκόσμιο οικονομικό κόστος του φαινομένου της σπατάλης τροφίμων (FAO, 2014)

#### 1.4 Αιτίες της σπατάλης τροφίμων σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων

Σύμφωνα με τον Gustavsson et al. (2011), η σπατάλη τροφίμων παρατηρείται στα ακόλουθα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας: την παραγωγή, τα στάδια της συγκομιδής καθώς και μετά τη συγκομιδή συμπεριλαμβανομένης της αποθήκευσης, τη μεταποίηση



και τη διανομή, το στάδιο της λιανικής πώλησης και τέλος το στάδιο της κατανάλωσης. Στη συνέχεια παρατίθενται οι συνήθεις αιτίες που οδηγούν σε σπατάλη τροφίμων σε κάθε ένα από τα στάδια, παραλείποντας τις αιτίες μικροβιακής αλλοίωσης τροφίμων που αφορούν στην ασφάλειά τους καθώς αναλύονται εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Στο στάδιο της παραγωγής των τροφίμων, οι σημαντικότερες αιτίες που επιδρούν στο φαινόμενο της σπατάλης είναι οι ακόλουθες (Beausang et al., 2017, Bartezzaghi et al., 2022):

- ❖ *Υπερπαραγωγή αγαθών:* Οι λόγοι που μπορεί να οδηγήσουν στην υπερπαραγωγή αφορούν κυρίως στην αβεβαιότητα για τη ζήτηση των προϊόντων στην αγορά. Προκειμένου να προφυλαχθούν από πιθανές ελλείψεις και να διασφαλίσουν ότι είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις παραγγελίες, οι αγρότες συχνά καταφεύγουν στην παραγωγή περισσότερων προϊόντων από αυτά που πραγματικά απαιτούνται. Δυστυχώς, η πρακτική αυτή οδηγεί συχνά σε πλεόνασμα προϊόντων που μένουν απούλητα και τελικά πηγαίνουν χαμένα. Επιπλέον, ορισμένοι αγρότες δεσμεύονται από συμβατικές υποχρεώσεις με εμπόρους λιανικής πώλησης ή μεταποιητές, σύμφωνα με τις οποίες είναι υποχρεωμένοι να παράγουν μια προκαθορισμένη ποσότητα προϊόντων. Ακόμη και αν οι επικρατούσες συνθήκες της αγοράς αλλάξουν, οι αγρότες αυτοί αναμένεται να εκπληρώσουν τις συμβατικές τους υποχρεώσεις παράγοντας περισσότερα από τα αναγκαία.
  
- ❖ *Ποιότητα προϊόντων:* Τα αυστηρά αισθητικά κριτήρια που θέτουν οι λιανοπωλητές και οι καταναλωτές για τα φρούτα και τα λαχανικά, τα οποία περιλαμβάνουν το τέλειο σχήμα, μέγεθος και χρώμα, είναι δυνατόν να οδηγήσουν στην απόρριψη απολύτως βρώσιμων αγαθών με μοναδικό οδηγό τη μη συμμόρφωση με αυτά τα κριτήρια. Η απόρριψη αυτή είναι ιδιαίτερα συχνή για ορισμένα προϊόντα όπως τα μήλα ή οι πατάτες, τα οποία έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για το μέγεθος και το βάρος. Ακόμα και αν τα προϊόντα είναι ασφαλή για κατανάλωση, συχνά απορρίπτονται αποκλειστικά και μόνο επειδή δεν πληρούν αυτές τις προκαθορισμένες παραμέτρους.

- ❖ *Κλιματολογικές συνθήκες:* Λόγω του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, η συχνότητα εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων - συμπεριλαμβανομένων παρατεταμένων περιόδων ξηρασίας, ισχυρών βροχοπτώσεων και ξαφνικής πτώσης της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα παγετό και χαλαζοπτώσεις – έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό. Αυτά τα φυσικά φαινόμενα συνιστούν σημαντικές απειλές για τις γεωργικές δραστηριότητες, καθώς έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές στις καλλιέργειες, καθιστώντας τις ακατάλληλες για πώληση ή κατανάλωση και αφήνοντας στους αγρότες καμία άλλη επιλογή από το να απορρίψουν τα κατεστραμμένα προϊόντα προκειμένου να ελαχιστοποιήσουν περαιτέρω απώλειες.

Στο στάδιο της συγκομιδής και μετα-συγκομιδής οι σημαντικότερες αιτίες που επιδρούν στο φαινόμενο της σπατάλης είναι οι ακόλουθες (Parfitt et al., 2010):

- ❖ *Μη αποτελεσματική συγκομιδή:* Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που μπορούν να παρεμποδίσουν τη διαδικασία συγκομιδής, ένας από τους οποίους είναι η ανάγκη για σημαντικό αριθμό εργατικού δυναμικού για την επιτυχή συγκομιδή πολλών καλλιεργειών. Όταν υπάρχει έλλειψη εργατικού δυναμικού, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές καθυστερήσεις στη διαδικασία συγκομιδής. Οι καθυστερήσεις αυτές μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα των προϊόντων, καθώς οι υπερώριμες ή κατεστραμμένες καλλιέργειες μπορεί να μην είναι πλέον κατάλληλες για πώληση. Επιπλέον, ένα άλλο εμπόδιο που μπορεί να εμποδίσει τη διαδικασία συγκομιδής είναι οι μηχανικές βλάβες. Η βλάβη βασικού εξοπλισμού μπορεί να διαταράξει χρονοδιαγράμματα συγκομιδής, με αποτέλεσμα οι καλλιέργειες να μην είναι πλέον βρώσιμες και να απορρίπτονται.
- ❖ *Προβλήματα αποθήκευσης και διακίνησης:* Οι ανεπαρκείς ή ακατάλληλες επιλογές αποθήκευσης μπορούν να υποβάλουν τις καλλιέργειες που έχουν συγκομισθεί σε δυσμενείς συνθήκες, με αποτέλεσμα την πρόωρη αποσύνθεσή τους. Επίσης, οι καθυστερήσεις στη διακίνηση των προϊόντων, ιδίως εκείνων που

είναι επιρρεπή σε αλλοίωση, μπορεί επίσης να συμβάλει στην αλλοίωσή τους, καθώς υπερβαίνει τη συνιστώμενη διάρκεια διαμετακόμισης.

Στο στάδιο της μεταποίησης και της διανομής οι σημαντικότερες αιτίες που επιδρούν στο φαινόμενο της σπατάλης είναι οι ακόλουθες (Parfitt et al., 2010, Raak et al., 2017):

- ❖ *Αναποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων:* Ο κακός έλεγχος αποθεμάτων μπορεί να οδηγήσει σε υπεράριθμα ή ανεπαρκώς χρησιμοποιούμενα προϊόντα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην υπέρβαση της διάρκειας ζωής τους και εν τέλει στη απόρριψη. .
- ❖ *Βλάβες στην ψύξη:* Οι βλάβες στα συστήματα ψύξης που διατηρούν τα ευπαθή προϊόντα φρέσκα μπορούν να οδηγήσουν σε αλλοίωση και να προκαλέσουν σπατάλη τροφίμων.

Στο στάδιο της λιανικής πώλησης οι σημαντικότερες αιτίες που επιδρούν στο φαινόμενο της σπατάλης είναι οι ακόλουθες (de Moraes et al., 2020):

- ❖ *Υπερπλήρωση ραφιών:* Τα σούπερ μάρκετ και τα καταστήματα λιανικής πώλησης συχνά επιδιώκουν να δημιουργήσουν ένα ελκυστικό περιβάλλον αγορών με την υπερπλήρωση των ραφιών. Ωστόσο, αυτή η πρακτική μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τα τρόφιμα να φτάνουν στην ημερομηνία λήξης τους πριν πωληθούν και τελικά να σπαταλούνται.
- ❖ *Πρακτικές εκπτώσεων:* Οι λιανοπωλητές μπορεί να χρησιμοποιούν εκπτώσεις και προσφορές σε παλαιότερα προϊόντα για να εκκαθαρίσουν τα αποθέματα. Αν και αυτό μπορεί να μειώσει κάποια απόβλητα, μπορεί επίσης να οδηγήσει σε σπατάλη, καθώς οι καταναλωτές, πολλές φορές, αγνοούν τα προϊόντα που δεν έχουν έκπτωση.

Τέλος, οι σημαντικότερες αιτίες που επιδρούν στο φαινόμενο της σπατάλης στο στάδιο της κατανάλωσης είναι οι ακόλουθες (Vesela et al., 2023):

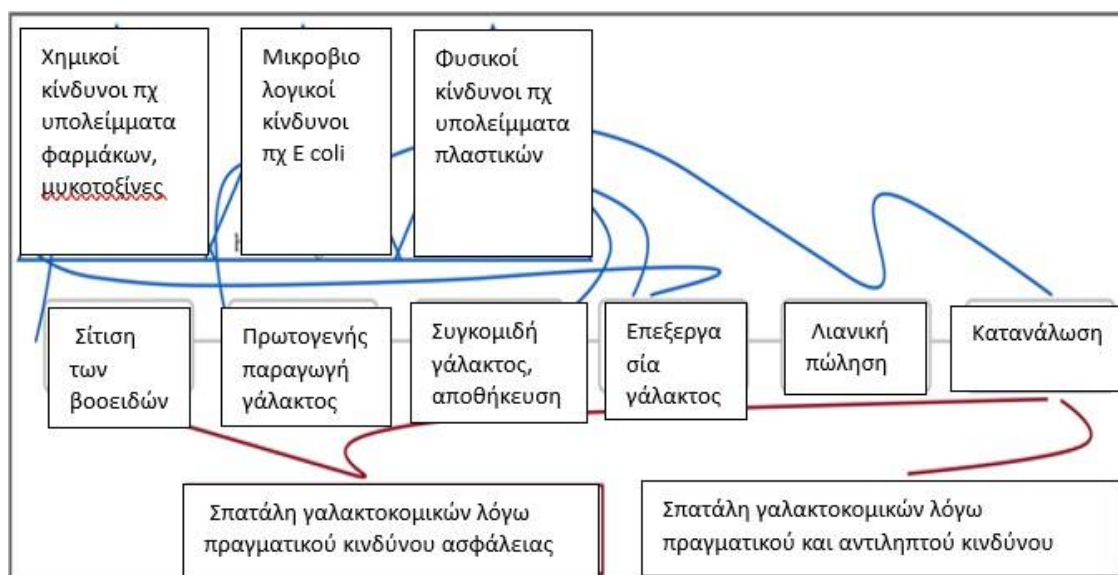
- ❖ *Υπερκατανάλωση*: Η αγορά περισσότερων τροφίμων από όσα μπορούν να καταναλωθούν πριν αλλοιωθούν αποτελεί σημαντική αιτία σπατάλης τροφίμων.
- ❖ *Μεγάλα μεγέθη μερίδων*: Πολλά εστιατόρια σερβίρουν μεγάλες μερίδες και οι καταναλωτές μπορεί να μην τελειώσουν το γεύμα τους, οδηγώντας σε σπατάλη τροφίμων. Το ίδιο γεγονός μπορεί να συμβεί και σε επίπεδο νοικοκυριού.
- ❖ *Ακατάλληλη αποθήκευση*: Η μη σωστή αποθήκευση των τροφίμων μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη αλλοίωση. Για παράδειγμα, η διατήρηση των ευπαθών ειδών σε λάθος θερμοκρασία, ή η αποτυχία να σφραγιστούν καλά τα δοχεία φύλαξης μπορεί να συμβάλει στη σπατάλη τροφίμων.
- ❖ *Έλλειψη προγραμματισμού γευμάτων*: Η αποτυχία προγραμματισμού γευμάτων και η μη αποτελεσματική χρήση των αγορασμένων υλικών μπορεί να οδηγήσει σε αχρησιμοποίητα τρόφιμα που αλλοιώνονται και απορρίπτονται.
- ❖ *Παρερμηνεία των ετικετών στα τρόφιμα*: Πολλοί καταναλωτές συχνά παρερμηνεύουν το νόημα των ετικετών ημερομηνίας λήξης στα τρόφιμα, με αποτέλεσμα να πετούν τρόφιμα που είναι απολύτως βρώσιμα. Ορισμένα προϊόντα αναγράφονται με ημερομηνίες "ανάλωση κατά προτίμηση", δημιουργώντας την εσφαλμένη αντίληψη ότι δεν πρέπει να καταναλώνονται μετά από μια συγκεκριμένη ημερομηνία, ανεξάρτητα από την ασφάλειά τους, με αποτέλεσμα την απόρριψή τους.
- ❖ *Αναποτελεσματική διαχείριση των υπολειμμάτων φαγητού*: Όταν τα περισσεύματα φαγητού δεν αποθηκεύονται σωστά, μπορεί γρήγορα να χάσουν την ελκυστικότητά τους και τελικά να καταλήξουν να απορριφθούν. Επιπλέον, ο φόβος εμφάνισης τροφογενών ασθενειών είναι ένας άλλος παράγοντας που συμβάλλει στη σπατάλη τροφίμων. Προκειμένου να δώσουν προτεραιότητα στην υγεία και την ασφάλειά τους, οι καταναλωτές συχνά επιλέγουν να απορρίψουν

τρόφιμα που μπορεί να εξακολουθούν να είναι απολύτως ασφαλή για κατανάλωση.

- ❖ *Έλλειψη ευαισθητοποίησης:* Υπάρχει μια πιθανή έλλειψη ευαισθητοποίησης μεταξύ ορισμένων καταναλωτών σχετικά με τις οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις που συνδέονται με τη σπατάλη τροφίμων, με αποτέλεσμα να μειωθούν τα κίνητρα για την ελαχιστοποίηση της εμφάνισής της.

## **1.5 Αλλοίωση τροφίμων στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας και σπατάλη**

Η αλυσίδα εφοδιασμού των τροφίμων περιλαμβάνει διάφορα στάδια, όπως είναι η πρωτογενής παραγωγή, η μεταποίηση, η συσκευασία, η αποθήκευση, η μεταφορά και η λιανική πώληση, ώστε να καταλήξει στην κατανάλωση. Κατά τη διάρκεια αυτής της αλυσίδας, η απώλεια και η σπατάλη τροφίμων συμβαίνουν σε διάφορα σημεία, αλλά οι λόγοι γι' αυτό δεν προέρχονται πάντα από το στάδιο όπου τα τρόφιμα τελικά απορρίπτονται (Göbel et al., 2015). Τα τρόφιμα μπορούν να υποβληθούν σε διάφορες επεξεργασίες για τη βελτίωση της ποιότητας, της ασφάλειας και της διάρκειας ζωής τους, αλλά οι διαδικασίες αυτές μπορούν επίσης να προκαλέσουν ζημιά στα τρόφιμα, επιτρέποντας σε μικροοργανισμούς να τα μολύνουν (Sperber, 2009). Στην εικόνα 8, αποτυπώνεται η συσχέτιση μεταξύ ασφάλειας και σπατάλης στην εφοδιαστική αλυσίδα του γαλακτοπαραγωγικού τομέα.



**Εικόνα 1.8: Συσχέτιση μεταξύ σπατάλης και ασφάλεια στον τομέα της παραγωγής γάλακτος (Asselt et al., 2016)**

### 1.5.1 Πρωτογενής παραγωγή

Στο στάδιο της παραγωγής των τροφίμων και συγκεκριμένα πριν τη συγκομιδή της παραγωγής, η μόλυνση των προϊόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί κυρίως μέσω του ύδατος και του εδάφους τα οποία ενδέχεται να φιλοξενούν διάφορους μικροοργανισμούς και βακτήρια (Karanth, 2023). Επιπρόσθετα, στο πλαίσιο των επιχειρήσεων εκτροφής ζώων και πουλερικών, αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο το δέρμα των ζώων όσο και οι ζωοτροφές είναι δυνατόν να περιέχουν βακτήρια τα οποία μπορεί να μολύνουν τα παραγόμενα βρώσιμα προϊόντα (Sperber, 2009). Κατά τις περιόδους πριν από τη συγκομιδή και τη συγκομιδή, συνηθίζεται να απορρίπτονται τα κατεστραμμένα τρόφιμα, τα άρρωστα ζώα και τα πτηνά ως μέσο διασφάλισης και διατήρησης της ευημερίας των υπόλοιπων στοιχείων της παρτίδας, της αγέλης ή του σμήνους (Karanth, 2023).

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που συμβάλλουν στις απώλειες τροφίμων κατά την πρωτογενή παραγωγή και ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας σχετίζεται με την ασφάλεια των τροφίμων. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του τομέα της παραγωγής γάλακτος, εάν γαλακτοπαραγωγοί διαπιστώσουν ότι το γάλα που παράγουν περιέχει υψηλά επίπεδα υπολειμμάτων αντιβιοτικών ουσιών και άρα δεν είναι ασφαλές για

κατανάλωση, συχνά επιλέγουν να το απορρίψουν (Toma et al, 2020). Όσον αφορά στον κλάδο των οπωροκηπευτικών, διάφορες μεταβλητές μπορούν να συμβάλουν σε σημαντικές απώλειες πριν από την παράδοση, όπως για παράδειγμα η απόρριψη των φρούτων και λαχανικών από τους εμπόρους λόγω της παρουσίας ασθενειών που προκαλούνται από παράσιτα (Beusang et al., 2017).

### **1.5.2. Μεταποίηση**

Είναι γεγονός πως διάφορες διεργασίες επεξεργασίας μπορούν να οδηγήσουν στη διακινδύνευση της ασφάλειας ενός τρόφιμου, κυρίως μέσω μόλυνσης του εσωτερικού του τρόφιμου, στην περίπτωση που η επιδερμίδα του που χρησιμεύει ως προστατευτικός φραγμός έναντι εξωτερικών ρύπων, συμπεριλαμβανομένων των μικροβιολογικών παραγόντων, υποστεί ζημιά (Sperber, 2009).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στην εμφάνιση μολύνσεων κατά το στάδιο της επεξεργασίας είναι ο χειρισμός των τροφίμων από τους ανθρώπους που εργάζονται στον συγκεκριμένο τομέα. Η έλλειψη προσωπικής υγιεινής και ο ανεπαρκής καθαρισμός των σκευών και του εξοπλισμού χειρισμού τροφίμων είναι μεταξύ των πρωταρχικών παραγόντων που συμβάλλουν στη μικροβιακή μόλυνση και την επακόλουθη σπατάλη τροφίμων (Sperber, 2009).

### **1.5.3. Διακίνηση, συσκευασία και αποθήκευση**

Κατά τη διάρκεια των σταδίων μεταφοράς και εφοδιασμού τα τρόφιμα είναι ευάλωτα σε διάφορες μορφές μηχανικών βλαβών, οι οποίες μπορεί να κυμαίνονται από μικρά χτυπήματα και εκδορές έως σημαντικές δομικές βλάβες. Κατά συνέπεια, το προαναφερθέν φαινόμενο μπορεί να διευκολύνει τον πολλαπλασιασμό των μικροβιακών μολυσματικών παραγόντων με αποτέλεσμα την αλλοίωση των τροφίμων (Raak et al., 2017). Ο ανεπαρκής έλεγχος της θερμοκρασίας είναι ένας πρόσθετος παράγοντας που συμβάλλει στην εμφάνιση μικροβιολογικής και φυσιολογικής αλλοίωσης καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας μεταφοράς. Η ανεπαρκής διαχείριση της ψυκτικής αλυσίδας έχει αναγνωριστεί ως σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει σε σημαντικό ποσοστό στη σπατάλη τροφίμων, ιδίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. (Hammond et al., 2015).

Η συσκευασία τροφίμων χρησιμεύει ως σημαντικό προστατευτικό φράγμα, προστατεύοντας τα τρόφιμα από διάφορες μορφές μόλυνσης, συμπεριλαμβανομένων

των μικροβιολογικών παραγόντων. Οι ανεπαρκείς πρακτικές χειρισμού, ωστόσο, μπορεί να οδηγήσουν σε καταστροφή μέρους της συσκευασίας αφήνοντας τα τρόφιμα εκτεθειμένα και επιρρεπή σε αλλοιώσεις. Επιπλέον, η χρήση υλικών συσκευασίας που είναι ήδη μολυσμένα μπορεί να συμβάλει περαιτέρω σε αυτά τα ζητήματα. Η σωστή θερμοκρασία αποθήκευσης είναι απαραίτητη για τα συσκευασμένα τρόφιμα και η διατήρηση μιας ψυχρής αλυσίδας κατά μήκος ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων είναι υψίστης σημασίας (Karanth et al, 2023).

#### **1.5.4. Τομέας λιανικής**

Οι τομείς του λιανικού εμπορίου οδηγούνται στην απόρριψη βρώσιμων τροφίμων λόγω της ύπαρξης αυστηρών κανόνων υγιεινής, οι οποίοι περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τα επιτρεπτά ανώτατα όρια για τα επίπεδα υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων και κτηνιατρικών φαρμάκων (Toma, 2020). Επίσης, στη μελέτη του ο de Moraes et al., (2020) εντόπισε διάφορους άλλους παράγοντες που συμβάλλουν στην απώλεια τροφίμων λόγω αλλοίωσης, συμπεριλαμβανομένων των ανεπαρκών πρακτικών αποθήκευσης, των προκλήσεων μεταφοράς και της έλλειψης αυστηρών προτύπων ποιότητας. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι το συνολικό ποσοστό της απώλειας που συνδέεται με αυτούς τους παράγοντες, όσον αφορά στο στάδιο της λιανικής πώλησης, ήταν χαμηλό ανερχόμενο συνολικά σε περίπου 10%.

#### **1.5.5 Καταναλωτές**

Η σπατάλη τροφίμων σε επίπεδο καταναλωτή μπορεί να αποδοθεί σε διάφορους παράγοντες, όπως οι μη βέλτιστες ή λανθασμένες μέθοδοι αποθήκευσης, η ανεπαρκής κατανόηση των κατάλληλων τεχνικών μαγειρέματος, η υπερβολική αγορά τροφίμων με αποτέλεσμα την αλλοίωση ή την αποσύνθεσή τους, και η ανεπαρκής ενημέρωση σχετικά με τις ετικέτες ημερομηνίας συσκευασίας (Karanth et al., 2023).

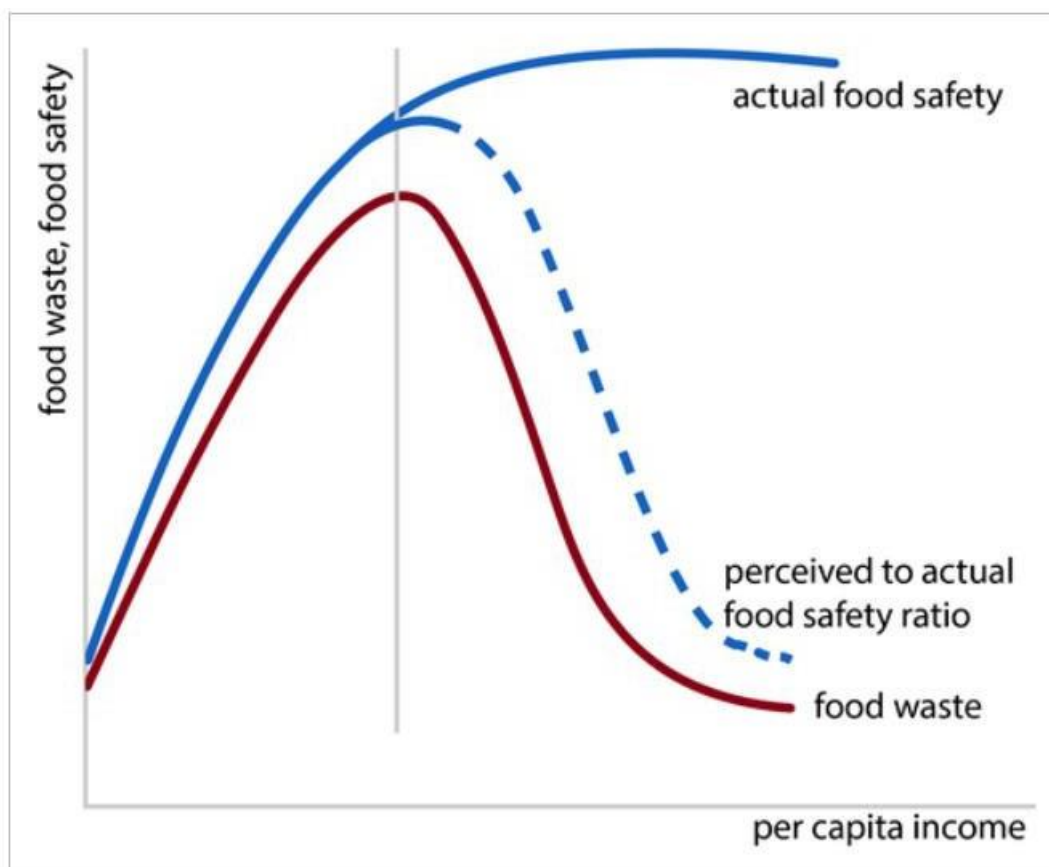
Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες συχνά παρακινούν τα άτομα να ελαχιστοποιήσουν τη σπατάλη τροφίμων, ωστόσο οι ανησυχίες για την ασφάλεια των τροφίμων μπορεί να έχουν το αντίθετο αποτέλεσμα. Αυτό αφορά συγκεκριμένα την επισήμανση των τροφίμων και την κατανόηση και χρήση των ετικετών με ημερομηνία "ανάλωση κατά προτίμηση", οι οποίες αφορούν θέματα ποιότητας των τροφίμων και όχι ασφάλειας των τροφίμων, και των ετικετών με ημερομηνία "ανάλωσης έως", οι οποίες



αφορούν θέματα ασφάλειας των τροφίμων, υποδεικνύοντας την καταληκτική ημερομηνία κατά την οποία ένα τρόφιμο θα πρέπει να θεωρείται ασφαλές για κατανάλωση (Karanth et al., 2023). Μια πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη από τους Huang et al. (2020) αποκάλυψε ότι οι καταναλωτές βασίζονταν σε μεγάλο βαθμό στις ετικέτες ημερομηνίας συσκευασίας ως βασικό παράγοντα για τον προσδιορισμό της ασφάλειας των τροφίμων, ενώ ταυτόχρονα έχει δειχθεί σε έρευνες η δυσκολία ορθής ερμηνείας των ετικετών στις συσκευασίες των βρώσιμων προϊόντων (Patra et al., 2022). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Αγγλία βρέθηκε πως σχεδόν μισό εκατομμύριο τόνοι τροφίμων απορρίπτονται ετησίως ως αποτέλεσμα των ετικετών ημερομηνίας λήξης και συγκεκριμένα των ημερομηνιών "ανάληψη κατά προτίμηση", παρά το γεγονός ότι τα τρόφιμα παραμένουν ασφαλή για κατανάλωση.

Η σπατάλη τροφίμων εντός των νοικοκυριών μπορεί επίσης να είναι αποτέλεσμα αντιληπτών ανησυχιών σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων, χωρίς οι ανησυχίες αυτές να ανταποκρίνονται σε πραγματικούς κινδύνους (Toma, 2020). Σε μία έρευνα που διεξήχθη από τους Watson και Meah (2013) διαπιστώθηκε η ύπαρξη μιας ορισμένης ομάδας καταναλωτών που επιδίδεται σε σπατάλη βρώσιμων γευμάτων λόγω των διογκωμένων ανησυχιών τους για την ασφάλεια.

Συνεχείς συνδέσεις μεταξύ της σπατάλης τροφίμων και της ασφάλειας των τροφίμων σε επίπεδο κατανάλωσης έχουν επανειλημμένα διαπιστωθεί σε διάφορα επίπεδα οικονομικής ανάπτυξης. Συγκεκριμένα, όπως διακρίνεται στην εικόνα 9, υπάρχει θετική συσχέτιση των δύο αυτών παραγόντων με το κατά κεφαλήν εισόδημα φτάνοντας σε ένα κρίσιμο όριο το οποίο χαρακτηρίζεται από απαράδεκτα υψηλή σπατάλη ενώ ταυτόχρονα η ασφάλεια των τροφίμων βρίσκεται στα βέλτιστα επίπεδα (Toma, 2020).



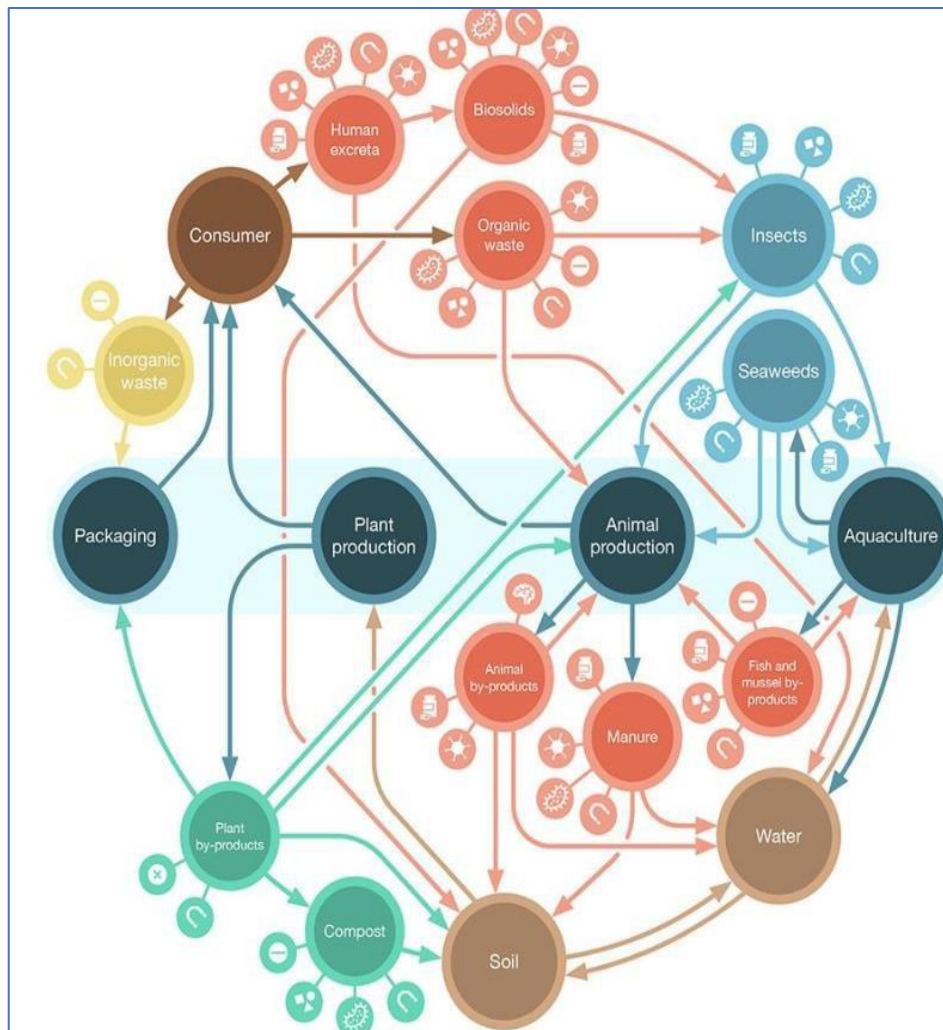
Εικόνα 1.9: Σχέση μεταξύ σπατάλης και ασφάλειας τροφίμων ανάλογα με την οικονομική ανάπτυξη (Toma et al., 2020)

## Κεφάλαιο 2: Συστήματα διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων (ΣΔΑΤ)

### 2.1 Η ασφάλεια των τροφίμων

Η ποιότητα των τροφίμων, ιδίως όσον αφορά την ασφάλεια, στην τελευταία εικοσαετία, έχει γίνει ο κεντρικός άξονας επηρεάζοντας έτσι την βιομηχανία τροφίμων, την αγορά τροφίμων, τις κυβερνήσεις και τις μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ), καθώς και τους καταναλωτές των εθνικών και διεθνών επιχειρήσεων. Η παγκοσμιοποίηση της παραγωγής και της προμήθειας τροφίμων θέτει τις αλυσίδες τροφίμων μακρύτερες και πολυπλοκότερες με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο κίνδυνος περί ασφάλειας των τροφίμων (Oosterveer, 2003). Επιπρόσθετα, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που έχουν την δυνατότητα να ασκήσουν επιρροή στο βαθμό επικινδυνότητας για την ασφάλεια των τροφίμων, αφορούν το γεγονός πως η προέλευση των τροφίμων είναι από όλο τον κόσμο, με μεταφορές μεγάλων αποστάσεων, με διαφορετικές καλλιεργητικές πρακτικές και κλιματολογικές συνθήκες, καθώς με διαφορετικές τεχνικές παρασκευής και επεξεργασίας (Escanciano and Santos-Vijande, 2014).

Επιπρόσθετα, η εφαρμογή μιας κυκλικής οικονομίας στα διεθνή συστήματα τροφίμων, παρά το γεγονός ότι έχει τεράστιες δυνατότητες για την ενίσχυση της βιωσιμότητάς των συστημάτων, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί και να αντιμετωπιστεί η πιθανή εμφάνιση (καινοφανών) κινδύνων για την ασφάλεια των τροφίμων. Η επανεισαγωγή υποπροϊόντων στο σύστημα ή η υιοθέτηση νέων τεχνικών επεξεργασίας για ανακύκλωση μπορεί να προκαλέσει κινδύνους που δεν είχαν προσδιοριστεί προηγουμένως. Επιπλέον, η επαναχρησιμοποίηση (υπο) προϊόντων στην αλυσίδα παραγωγής τροφίμων μπορεί να οδηγήσει στη συσσώρευση γνωστών κινδύνων. Ως εκ τούτου, είναι επιτακτική η προσεκτική παρακολούθηση και διαχείριση αυτών των παραγόντων για να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η ακεραιότητα της κυκλικής οικονομίας τροφίμων (Focker et al., 2022).



**Εικόνα 2.1: Πιθανοί κίνδυνοι ασφάλειας των τροφίμων (Focker et al., 2022)**

Η υγιεινή είναι ζωτικής σημασίας εν γένει, όπως επίσης και στον τομέα των τροφίμων, κυρίως σε υγειονομικές εγκαταστάσεις. Οι μικροοργανισμοί σε κατάλληλες συνθήκες μπορούν να πολλαπλασιαστούν και να φθάσουν σε επικίνδυνα επίπεδα, θέτοντας σε κίνδυνο τους καταναλωτές αλλά και τους εργαζόμενους. Η έλλειψη αναφοράς των ασθενειών που προκαλούνται από τα τρόφιμα, κυρίως σε λιγότερο αναπτυγμένες χώρες επιδεινώνει την κατάσταση (Grace, 2015).

Οι διαδικασίες τυποποίησης της ποιότητας είναι απαραίτητες για την επέκταση του παγκόσμιου εμπορίου και την οικονομική παγκοσμιοποίηση. Αυτές οι διαδικασίες είναι καθοριστικές για τον προσδιορισμό της ποιότητας ενός προϊόντος και της εγγυημένης αξιοπιστίας μιας επιχείρησης. Όλο και περισσότερες χώρες ακολουθούν (Αβανιτογιάννης, 2008):

1. Ενιαία πρότυπα και τεχνικούς κανονισμούς,
2. Συστήματα διαχείρισης ποιότητας,
3. Περιβαλλοντικής ποιότητας (ΣΔΠ), και
4. Διαδικασίες αξιολόγησης της ικανοποίησης από την ποιότητα της πιστοποίησης.

Αυτή η κινητοποίηση της προσπάθειας της ρύθμισης φανερώνει πως η ασφάλεια των τροφίμων συνεχίζει να είναι ένα ζωτικής σημασίας ζητήματα υγείας σε παγκόσμια κλίμακα. Με την ορθή εφαρμογή αυτών των κανονισμών και των προτάσεων κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας θα δώσει την άδεια για την εξασφάλιση της αριστείας των αγαθών και των υπηρεσιών σε διεθνή κλίμακα.

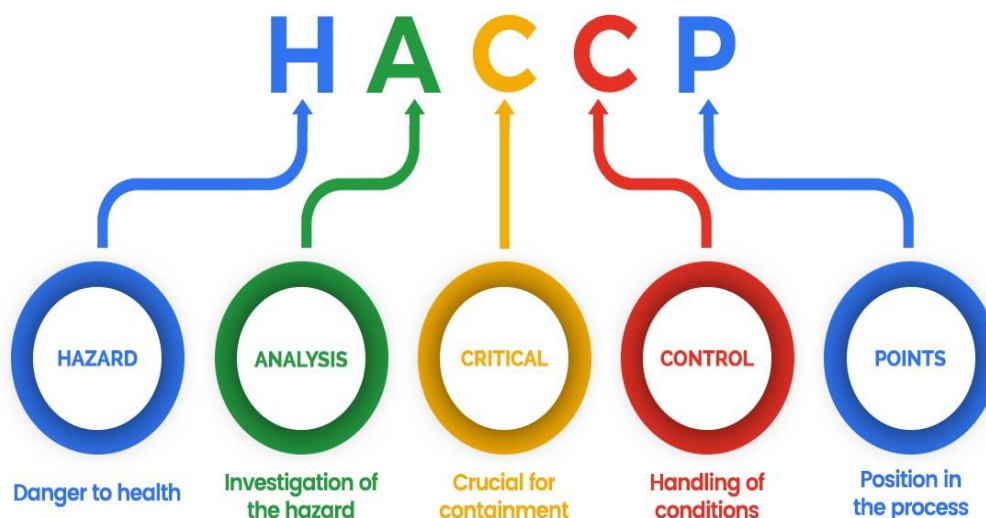
Αναλυτικότερα, η ασφάλεια των τροφίμων διαβεβαιώνει πως τα τρόφιμα όταν παρασκευάζονται και καταναλώνονται σύμφωνα με την προβλεπόμενη χρήση τους, δεν θα προκαλέσουν βλάβη στον καταναλωτή. Ειδικότερα η ασφάλεια των τροφίμων περιλαμβάνει πρακτικές και μέτρα για πρόληψη μολύνσεων και ασθενειών που μπορεί να προέλθουν από τα τρόφιμα. Οι εν λόγω πρακτικές και μέτρα αφορούν τους χειρισμούς με κατάλληλο τρόπο, την αποθήκευση των αγαθών, την επεξεργασία, την ετοιμασία των τροφίμων καθώς και την εφαρμογή των κανόνων υγιεινής σύμφωνα με τα πρότυπα (Al-Shabib, Husain and Khan, 2017).

Το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων (ΣΔΑΤ) είναι μια ολοκληρωμένη συλλογή τεκμηριωμένων πρωτοκόλλων και μέτρων που εφαρμόζουν οι υπεύθυνοι επιχειρήσεων τροφίμων για να εγγυηθούν την ασφάλεια, την ποιότητα και τη νομική συμμόρφωση των προϊόντων διατροφής που παράγουν. Αυτές οι γραπτές διαδικασίες περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα ενεργειών που αναλαμβάνονται σε όλη τη διαδικασία παραγωγής για να διασφαλιστεί ότι τα τρόφιμα είναι κατάλληλα για κατανάλωση και πληρούν τα απαραίτητα πρότυπα. Με την τήρηση ενός ΣΔΑΤ, οι επιχειρήσεις τροφίμων μπορούν να προστατεύσουν αποτελεσματικά την υγεία και την ευημερία των καταναλωτών, τηρώντας παράλληλα τις ρυθμιστικές απαιτήσεις εντός του κλάδου (Swainson, 2019). Όλο και περισσότερες εταιρίες σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν τα ΣΔΑΤ τα τελευταία δέκα χρόνια, το οποίο φανερώνει την σημαντικότητα χρησιμοποίησης τέτοιων προτύπων σε όλους τους κλάδους που συσχετίζονται με τα τρόφιμα (Awuchi, 2023).

## 2.2 Το σύστημα HACCP

Το HACCP (Hazard Analysis and Critical Point) αποτελεί ένα ενιαίο σύστημα που σχεδιάστηκε για να ελέγχει τους κινδύνους που μπορεί να κινητοποιήσουν την ασφάλεια των τροφίμων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ανάλυσης κινδύνων (Hazard Analysis), που είναι η διαδικασία εκτίμησης των κινδύνων που ενδεχομένως να προκύψουν κατά την παραγωγή, επεξεργασία, αποθήκευση και διανομή των τροφίμων. Το δεύτερο στοιχείο, αναφέρεται στα κρίσιμα σημεία ελέγχου (Critical Control Points), όπου αναφέρεται στη προαναφερθείσα διαδικασία όπου οι κίνδυνοι μπορούν να ελεγχθούν ή να εξλειφθούν. Εν κατακλείδι το HACCP είναι ένα προληπτικό σύστημα, το οποίο σημαίνει ότι επικεντρώνεται στην πρόληψη των προβλημάτων ασφάλειας των τροφίμων πριν αυτά συμβούν, αντί να αντιδρά μετά την εμφάνισή τους (Αμβροσιάδης, 2005).

Το HACCP εφαρμόζει τις αρχές και τις μεθόδους του ποιοτικού ελέγχου και της εκτίμησης κινδύνου για να αξιολογήσει τους πρακτικούς και δυνητικούς κινδύνους που μπορεί να επηρεάσουν κάθε κρίσιμο σημείο στην αλυσίδα παραγωγής τροφίμων. Αυτό περιλαμβάνει την καλλιέργεια/εκτροφή πρώτων υλών, τη μεταποίηση, τη διανομή και την πώληση τροφίμων. Η αξιολόγηση βασίζεται σε γνώσεις που παρέχει η τεχνολογία τροφίμων, η μικροβιολογία, η χημεία και η φυσική. Αυτό είναι επωφελές για τον προσδιορισμό των κρίσιμων σημείων ελέγχου (CCPs) που έχουν τις κύριες επιπτώσεις στην ποιότητα των τελικών προϊόντων (Awuchi, 2023). Έτσι επιτρέπει την εφαρμογή στρατηγικών πρόληψης και ελέγχου που είναι προσαρμοσμένες στην πρόληψη της εμφάνισης κινδύνων, με σκοπό την ελαχιστοποίηση του επιπέδου κινδύνου για τα τρόφιμα και την εξασφάλιση της μέγιστης ασφάλειας των τελικών προϊόντων. Η ασφάλεια, η υγιεινή και η ποιότητα αποτελούν τις βασικές αρχές που υποστηρίζουν αυτό το σύστημα προληπτικής διαχείρισης, το οποίο εφαρμόζεται για την εξάλειψη των κινδύνων. Αυτό το σύστημα παρέχει οδηγίες για τη βελτίωση της εποπτείας των επιθεωρητών υγιεινής τροφίμων, καθώς και τη δυνατότητα στους κατασκευαστές τροφίμων να εγγυώνται την ποιότητα των προϊόντων και να ενισχύουν τη διαχείριση της ποιότητας των προϊόντων κατά τη διάρκεια του ανταγωνισμού των εμπορευμάτων ([www.fao.org](http://www.fao.org), n.d.).



**Εικόνα 2.2: Το Σύστημα Διαχείρισης της Ασφάλειας των Τροφίμων HACCP (ISO Global, 2015)**

Παρακάτω παρατίθενται τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής του HACCP στην αλυσίδα τροφίμων (Shan, 2016):

1. **Ολοκληρωμένη προσέγγιση:** Το HACCP καλύπτει όλα τα στάδια της αλυσίδας τροφίμων (από την παραγωγή, την καλλιέργεια και την συλλογή των πρώτων υλών μέχρι την διάθεση και την κατανάλωση των τελικών προϊόντων από τους καταναλωτές) και μπορεί να ανιχνεύσει και να προλάβει τις πιθανές απειλές που συνδέονται με την ασφάλεια των τροφίμων.
2. **Έμφαση στην πρόληψη:** Εστιάζει στην πρόληψη των κινδύνων που μπορεί να εισέλθουν στην διαδικασία επεξεργασίας των τροφίμων, αντί να ελέγχει τα προϊόντα μετά την παραγωγή τους.
3. **Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων:** Διασφαλίζει ότι τα προϊόντα που παράγονται είναι ασφαλή για τους καταναλωτές, καθώς πληρούν τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές που ισχύουν για τα τρόφιμα.
4. **Σημαντικά οικονομικά οφέλη:** Μειώνει τις απώλειες, το κόστος και την εργασιακή επιβάρυνση που σχετίζονται με την παραγωγή των τροφίμων, καθώς βελτιώνει την απόδοση και την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας.

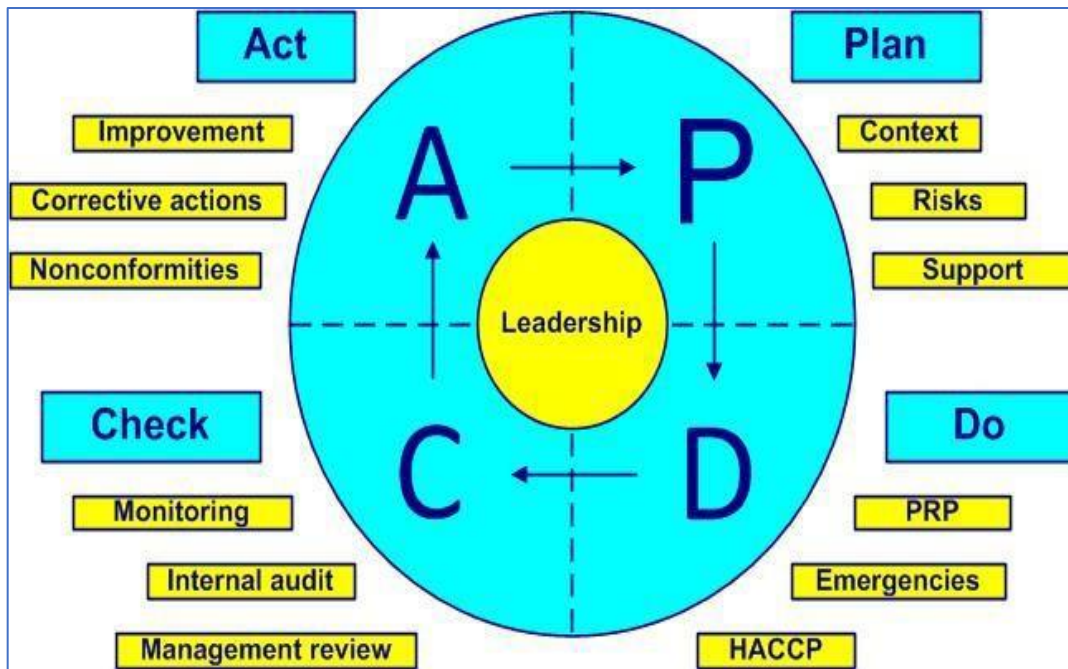
5. **Επιβεβαίωση της ευθύνης της βιομηχανίας τροφίμων:** Καθιστά σαφές στις βιομηχανίες τροφίμων πως έχει την πρωταρχική ευθύνη για την διασφάλιση της ασφάλειας και της προστασίας των εμπορευμάτων που κατασκευάζει και προσφέρει στο εμπόριο”
6. **Βελτίωση της κρατικής εποπτείας και διαχείρισης:** Διευκολύνει την συνεργασία μεταξύ της βιομηχανίας τροφίμων και των κρατικών αρχών που είναι υπεύθυνες για την επιθεώρηση και τον έλεγχο των τροφίμων, καθώς και την ενημέρωση και την προστασία των καταναλωτών.

### **ISO 22000:2018**

Το ISO 22000:2018 αντιπροσωπεύει τον πιο πρόσφατο εξελιγμένο κανονισμό παγκόσμιου επιπέδου που αφορά τη διαχείριση της ασφάλειας των τροφίμων. Δημοσιεύθηκε στις 19 Ιουνίου 2018, αντικαθιστώντας το προηγούμενο πρότυπο ISO 22000:2005. Ο στόχος του είναι η παγκόσμια εναρμόνιση των απαιτήσεων για τη διαχείριση της ασφάλειας των τροφίμων, επιτρέποντας στους οργανισμούς να ελέγχουν τους κινδύνους σε όλα τα στάδια της τροφικής αλυσίδας. (Priya et al., 2023).

Η διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής ενός Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας τροφίμων (ΣΔΑΤ), σύμφωνα με το πρότυπο ISO 22000:2018 απαιτεί μια επιστημονική προσέγγιση. Η διαχείριση όλων αυτών των διαδικασιών, ως ένα ενιαίο σύστημα συμβάλλει στα θετικά αποτελέσματα καθώς και την απόδοση ενός οργανισμού για την επίτευξη των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στον κύκλο PDCA (Plan-Do-Check-Act), ο οποίος αποτελεί μία θεμελιώδη έννοια που ενσωματώνεται στο ISO 22000:2018. Ο κύκλος PDCA ενσωματώνεται σε όλο το ISO 22000:2018 για την προώθηση της κουλτούρας συνεχούς βελτίωσης στην ασφάλεια των τροφίμων και οι οργανισμοί ενθαρρύνονται να επαναξιολογούν συνεχώς τις διαδικασίες τους, να εντοπίζουν περιοχές για βελτίωση και να λαμβάνουν διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες (Stoyanova et al., 2022).





Εικόνα 2.3: Ο κύκλος PDCA (www.pqbweb.eu, n.d.)

Ο κύκλος PDCA παρέχει μια συστηματική προσέγγιση για τους οργανισμούς να σχεδιάζουν, να εφαρμόζουν, να παρακολουθούν και να βελτιώνουν συνεχώς τις διαδικασίες διαχείρισης της ασφάλειας των τροφίμων (Zimon and Domingues, 2020). Ακολουθεί μια ανάλυση του τρόπου με τον οποίο εφαρμόζεται ο κύκλος PDCA στο πλαίσιο του ISO 22000:2018 (Priya et al., 2023):

#### 1. Σχέδιο (Plan):

- Καθορισμός στόχων και διαδικασιών: Οι οργανισμοί θα πρέπει να καθορίσουν τους στόχους τους για την ασφάλεια των τροφίμων και να καθιερώσουν τις διαδικασίες που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων αυτών.
- Ανάλυση κινδύνων: Προσδιορισμός και αξιολόγηση των πιθανών κινδύνων για την ασφάλεια των τροφίμων που σχετίζονται με τα προϊόντα και τις διαδικασίες. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση της σοβαρότητας και της πιθανότητας κάθε κινδύνου.
- Επιχειρησιακός σχεδιασμός και έλεγχος: Ανάπτυξη σχεδίων και διαδικασιών για τον έλεγχο των εντοπισμένων κινδύνων. Αυτό περιλαμβάνει τον καθορισμό των απαραίτητων πόρων, των αρμοδιοτήτων και της τεκμηρίωσης.

## 2. Εκτέλεση (Do):

- Εφαρμογή επιχειρησιακών ελέγχων: Εφαρμογή των προγραμματισμένων επιχειρησιακών ελέγχων για την αντιμετώπιση των εντοπισμένων κινδύνων. Αυτό περιλαμβάνει την καθιέρωση και τη διατήρηση των απαραίτητων προγραμμάτων επικοινωνίας και κατάρτισης.
- Ετοιμότητα και αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης: Ανάπτυξη και εφαρμογή διαδικασιών για την αντιμετώπιση πιθανών καταστάσεων έκτακτης ανάγκης που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ασφάλεια των τροφίμων.

## 3. Έλεγχος (Check):

- Παρακολούθηση και μέτρηση: Καθιέρωση συστήματος παρακολούθησης και μέτρησης των διαδικασιών που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων. Αυτό περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα λειτουργεί αποτελεσματικά.
- Αξιολόγηση της συμμόρφωσης: Ελέγχεται εάν ο οργανισμός συμμορφώνεται με τις σχετικές νομικές και άλλες απαιτήσεις που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων.
- Εσωτερικοί έλεγχοι: Διεξαγωγή εσωτερικών ελέγχων για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων.

## 4. Πράξη (Act):

- Ανασκόπηση της διαχείρισης: Διεξαγωγή τακτικών επισκοπήσεων του συστήματος διαχείρισης της ασφάλειας των τροφίμων από την ανώτατη διοίκηση. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση των επιδόσεων του συστήματος, της καταλληλότητας, της επάρκειας και των δυνατοτήτων βελτίωσης.
- Συνεχής βελτίωση: Με βάση τα αποτελέσματα της παρακολούθησης, των μετρήσεων, των ελέγχων και των ανασκοπήσεων της διοίκησης, πραγματοποιείται λήψη μέτρων για τη συνεχή βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος διαχείρισης της ασφάλειας των τροφίμων.

Συνοπτικά, ο κύκλος PDCA στο πλαίσιο του ISO 22000:2018 παρέχει ένα συστηματικό πλαίσιο για τους οργανισμούς για την καθιέρωση, την εφαρμογή, την παρακολούθηση και τη βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας των

τροφίμων. Ευθυγραμμίζεται με τις αρχές της συνεχούς βελτίωσης και της σκέψης με βάση τον κίνδυνο, προωθώντας μια προληπτική προσέγγιση για τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων στα τρόφιμα, ενώ παράλληλα επιτρέπει την ευθυγράμμιση με άλλα πρότυπα συστημάτων διαχείρισης (Stoyanova et al., 2022).

### **2.3 Εφαρμογή του προτύπου ISO 22000 σε εταιρείες τροφίμων διεθνώς και αξιολόγηση του ρόλου του στην πρόληψη των τροφογενών ασθενειών**

Η απόφαση για υιοθέτηση ενός συστήματος διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων είναι μια σημαντική στρατηγική επιλογή που μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη συνολική απόδοση της ασφάλειας τροφίμων ενός οργανισμού. Με την εφαρμογή ενός ΣΔΑΤ που βασίζεται στο πρότυπο ISO 22000:2018, υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα που μπορεί να έναν οργανισμό, όπως για παράδειγμα την ικανότητα να παραδίδονται με συνέπεια ασφαλή τρόφιμα και προϊόντα και υπηρεσίες που ανταποκρίνονται τόσο στις προσδοκίες των πελατών όσο και στις σχετικές νομοθετικές και ρυθμιστικές απαιτήσεις (Priya et al., 2023).

Σε μία συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση των Gil et al. (2017), που αφορά την εφαρμογή του προτύπου ISO 22000 σε όλη την αλυσίδα τροφίμων, οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα πως το συγκεκριμένο πρότυπο αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για τη διαχείριση της ασφάλειας και της καταλληλότητας των τροφίμων για κατανάλωση από ανθρώπους και ζώα. Έχει αποκτήσει ευρεία υιοθέτηση παγκοσμίως, υποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητά του στην αντιμετώπιση των κινδύνων και στην παρακολούθηση της ασφάλειας των τροφίμων. Οι συγγραφείς στην ίδια ανασκόπηση διαπίστωσαν ότι τα οφέλη από την εφαρμογή του ISO 22000 εκτείνονται πέρα από την ασφάλεια των τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων των βελτιωμένων δεξιοτήτων των εργαζομένων, της βελτιωμένης εικόνας της εταιρείας, των αυξημένων πωλήσεων προϊόντων, του διευρυμένου μεριδίου αγοράς και της πρόσβασης σε νέες αγορές. Κατά συνέπεια, οι καταναλωτές τείνουν να εμπιστεύονται και να προτιμούν τρόφιμα από εταιρείες που έχουν εφαρμόσει το ISO 22000, καθώς δίνει προτεραιότητα στην υγεία και την ασφάλειά τους. Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι το

ISO 22000 εστιάζει ειδικά στην ασφάλεια των τροφίμων παρά στην ποιότητα, δίνοντας έμφαση στην ευημερία των καταναλωτών (Gil et al., 2017).

Στην ίδια ανασκόπηση, αναφέρεται πως η εφαρμογή του προτύπου ISO 22000 στους τομείς της παραγωγής τροφίμων έχει πολυάριθμα οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της εγγύησης της ασφάλειας των τροφίμων και της ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας στην παγκόσμια αγορά (Gil et al., 2017). Για παράδειγμα, στον αγροτικό τομέα, συγκεκριμένες πρακτικές όπως η χρήση φυτοφαρμάκων προκαλούν ανησυχία στους καταναλωτές, ενώ αντίστοιχα η μόλυνση των παραγόμενων προϊόντων από ασθένειες προκαλεί ανησυχία στους παραγωγούς καθώς μειώνει την ποσότητα και ποιότητα της παραγωγής. Με την εφαρμογή του προτύπου ISO 22000 διασφαλίζεται η ποιότητα αλλά και η ασφάλεια κατανάλωσης των προϊόντων αυτών (Furlan and Morozini, 2013).

Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα (Psomas and Kafetzoroulos, 2015) βρέθηκε πως οι επιχειρήσεις της γαλακτοβιομηχανίας, ειδικά οι μικρομεσαίες, έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν τους απρόβλεπτους και μη διαχειριζόμενους κινδύνους που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων, εφαρμόζοντας το πρότυπο ISO22000. Οι συγγραφείς της έρευνας καταλήγουν στο συμπέρασμα πως οι γαλακτοβιομηχανίες που έχουν λάβει πιστοποίηση κατά ISO 22000 υπερέρχουν των αντίστοιχων μη πιστοποιημένων επιχειρήσεων όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα του συστήματος HACCP.

Όσον αφορά στις στάσεις και προτιμήσεις των καταναλωτών, σε μελέτη της Niewczas (2013), ανακαλύφθηκε ότι όταν οι καταναλωτές επιλέγουν τρόφιμα, η διαδικασία λήψης αποφάσεων τους συνήθως περιλαμβάνει τον έλεγχο της ημερομηνίας λήξης ως προτεραιότητα, ενώ στη συνέχεια λαμβάνεται υπόψη η τιμή του προϊόντος, ακολουθούμενη από τη σύνθεση του τροφίμου με το 62,2% των ερωτηθέντων να δίνει προσοχή σε αυτή την πτυχή. Περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων αποκάλυψε ότι οι γυναίκες δείχνουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη σύνθεση των τροφίμων σε σύγκριση με τους άνδρες, με περίπου 70% όλων των γυναικών που ερωτήθηκαν να τονίζουν τη σημασία της, ενώ επιπλέον, οι απόφοιτοι πανεπιστημίου εμφάνισαν μεγαλύτερη τάση να δίνουν προσοχή σε συγκεκριμένα είδη στις ετικέτες των τροφίμων σε σύγκριση με άλλους ερωτηθέντες. Είναι, επίσης, ενδιαφέρον ότι η συγκεκριμένη μελέτη διαπίστωσε ότι οι γυναίκες, σε ποσοστό 75%, έδωσαν μεγαλύτερη προσοχή στις πληροφορίες σχετικά με το εάν το προϊόν παρήχθη σύμφωνα με τις αρχές HACCP/ISO 22000.

Επιπλέον, οι ερωτηθέντες άνω των 40 ετών, σε ποσοστό που αγγίζει το 40%, ανέφεραν ότι αυτές οι πληροφορίες ήταν σημαντικές για αυτούς. Ως αποτέλεσμα, συμπεραίνεται από τους συγγραφείς πως οι στάσεις και οι προτιμήσεις των καταναλωτών κλίνουν προς την προτίμηση τροφίμων από εταιρείες που έχουν εφαρμόσει το ISO 22000, καθώς αποκτούν μια υψηλότερη θέση στην εμπιστοσύνη των πελατών τους (Niewczas M, 2013).

Συμπερασματικά το ISO 22000 είναι το πρότυπο το οποίο δίνει την μέγιστη προτεραιότητα στην ασφάλεια των καταναλωτών, το οποίο το πετυχαίνει δίνοντας μεγάλη σημασία πρωτίστως στην ασφάλεια των τροφίμων.

## **2.4 Παγκόσμια Πρωτοβουλία για την Ασφάλεια των Τροφίμων (GFSI)**

Όλοι στον κλάδο των τροφίμων αντιμετωπίζουν το ίδιο πρόβλημα: η εμπιστοσύνη των καταναλωτών μειώνεται όταν υπάρχει δημόσια ανησυχία για την ασφάλεια των τροφίμων. Αυτό οδήγησε σε αυξημένους ελέγχους, ιδιαίτερα από λιανοπωλητές που θέλουν να εμπιστευτούν τους προμηθευτές τους, κάτι που μπορεί να είναι χρονοβόρο και δαπανηρό. Για να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα, ο κλάδος έχει ενωθεί για να βρει τρόπους βελτίωσης της κατάστασης, μειώνοντας την πίεση στους προμηθευτές, ενώ διατηρείται η ασφάλεια των τροφίμων. Αυτό οδήγησε στη δημιουργία της Παγκόσμιας Πρωτοβουλίας για την Ασφάλεια των Τροφίμων (GFSI), μιας διεθνούς πρωτοβουλίας που στοχεύει στην εναρμόνιση των προτύπων ασφάλειας τροφίμων (Sprink, 2019).

Η κατοχή μιας πιστοποίησης που είναι εγκεκριμένη από το GFSI γίνεται ολοένα και πιο σημαντική για τους προμηθευτές, καθώς αυξάνει τις πιθανότητές τους να επιλεγούν από λιανοπωλητές ή κατασκευαστές που απαιτούν από τους προμηθευτές τους να κατέχουν μια πιστοποίηση που είναι εγκεκριμένη από το GFSI. Με την ευρεία αποδοχή των προτύπων ασφάλειας τροφίμων που είναι εγκεκριμένα από το GFSI, η ελπίδα είναι ότι η εμπιστοσύνη των καταναλωτών θα αποκατασταθεί πλήρως και οι ανησυχίες για την ασφάλεια των τροφίμων θα γίνουν παρελθόν (GFSI, 2011).

Η Παγκόσμια Πρωτοβουλία για την Ασφάλεια των Τροφίμων (GFSI) δημιουργήθηκε το 2000 ως απάντηση σε προβλήματα ασφάλειας τροφίμων. Στόχος της είναι να διασφαλίσει ότι τα τρόφιμα που καταναλώνουν οι καταναλωτές σε όλο τον κόσμο είναι ασφαλή, ενώ ταυτόχρονα επιδιώκει να αναπτύξει αποδοτικότητα, να

προωθήσει τη διαφάνεια, να καθοδηγήσει την εξοικονόμηση κόστους και να γίνει μια πλατφόρμα για συνεχή βελτίωση στον πεδίο της ασφάλειας των τροφίμων (SGS, 2014).

Πριν από τη δημιουργία της GFSI, οι λιανοπωλητές και οι μεγάλοι αγοραστές στη βιομηχανία τροφίμων απαιτούσαν συγκεκριμένες προδιαγραφές ασφαλείας για τα διάφορα προϊόντα. Για να αποδείξουν τη συμμόρφωσή τους, οι προμηθευτές έπρεπε συχνά να υποβάλλονται σε επαναλαμβανόμενους ελέγχους των εγκαταστάσεών τους, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζουν χρονικές και οικονομικές επιβαρύνσεις. Η διαδικασία αυτή ήταν επαναληπτική και χρονοβόρα. Για το λόγο αυτό, η GFSI δημιούργησε μια ομοιόμορφη δομή για τα πρότυπα ασφαλείας τροφίμων με στόχο να εξαλείψει την περίπλοκη διαδικασία. Καθόρισε κριτήρια ασφάλειας τροφίμων και θέσπισε κοινές διαδικασίες για τους φορείς πιστοποίησης και διαπίστευσης, οι οποίοι επαληθεύουν την εφαρμογή των προτύπων (Sprink, 2019).

Με αυτήν την προσέγγιση, η GFSI στοχεύει στην εκπλήρωση της αποστολής της, παρέχοντας συνεχή βελτίωση στα συστήματα διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη στην παροχή ασφαλών τροφίμων παγκοσμίως. Για να επιτύχει αυτό, δρα με βάση τέσσερις κύριους στόχους (SGS, 2014):

1. Καταπολέμηση των απειλών που ενέχονται στην ασφάλεια τροφίμων μέσω της δημιουργίας συνέργειας και ενοποίησης μεταξύ αποτελεσματικών συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων.

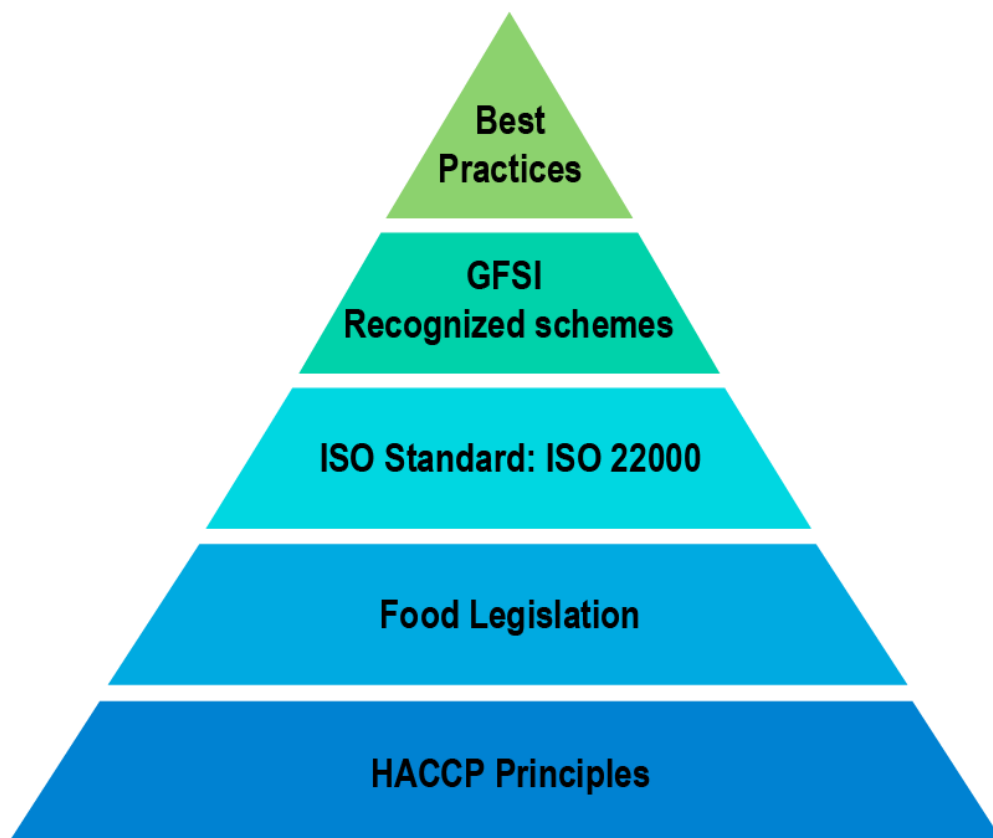
2. Εξοικονόμηση κόστους στο παγκόσμιο σύστημα τροφίμων μέσω της εξάλειψης της επανάληψης και της βελτίωσης της λειτουργικής αποδοτικότητας.

3. Ενίσχυση των ικανοτήτων και δημιουργία ικανοτήτων στον τομέα της ασφάλειας τροφίμων, προκειμένου να δημιουργηθούν αποτελεσματικά παγκόσμια συστήματα τροφίμων.

4. Δημιουργία μιας καινοτόμου πλατφόρμας για τη συνεργασία και την ανταλλαγή γνώσεων και δεξιοτήτων.

Η Global Food Safety Initiative (GFSI) αναγνωρίζει και προωθεί διεθνή πρότυπα ασφαλείας τροφίμων με σκοπό την ενίσχυση της ασφάλειας και ποιότητας των τροφίμων, παγκοσμίως. Παρόλο που τα πρότυπα που αναγνωρίζει η GFSI δεν περιλαμβάνουν άμεσα το ISO 22000, το οποίο είναι ένα διεθνές πρότυπο για τη

διαχείριση της ασφάλειας τροφίμων, η συμβατότητα του ISO 22000 με τις αρχές της GFSI το καθιστά αποδεκτό σε πολλές περιπτώσεις (SGS, 2014). Σε πρακτικό επίπεδο, επιχειρήσεις που επιθυμούν να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις της GFSI μπορούν να επιλέξουν το ISO 22000 ως ένα εργαλείο για την ανάπτυξη ισχυρού συστήματος διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων. Επιπλέον, υπάρχουν συστήματα πιστοποίησης που ενσωματώνουν το ISO 22000 και έχουν λάβει αναγνώριση από το GFSI, όπως το FSSC 22000 (Food Safety System Certification). Με την υιοθέτηση του ISO 22000, μια επιχείρηση ενσωματώνει τις συγκεκριμένες απαιτήσεις του προτύπου στη διαχείριση της ασφάλειας τροφίμων της, προετοιμαζόμενη για πιθανές αιτήσεις πιστοποίησης από αναγνωρισμένους φορείς του GFSI (Spink, 2019).



**Εικόνα 2.4: Η πυραμίδα Ασφάλειας Τροφίμων (GFSI, 2011)**

Το 2013, η συνεργασία μεταξύ μιας διεθνούς κύρους πανεπιστημιακής ερευνητικής ομάδας, της Diversey Consulting (Sealed Air) και του Φόρουμ Καταναλωτικών Αγαθών και εκπροσώπων του GFSI περιελάμβανε τη συλλογή

ανατροφοδότησης από περισσότερους από 15.000 πιστοποιημένους παγκοσμίως παραγωγούς τροφίμων. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί ο αντίκτυπος της πιστοποίησης GFSI στις προσδοκίες τους. Μετά την ανάλυση 828 ερωτηματολογίων από εγκαταστάσεις σε 21 χώρες, κυρίως στη Δυτική Ευρώπη, την Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία και τη Βόρεια Αμερική, διαπιστώθηκε ότι σχεδόν το 90% των πιστοποιημένων προμηθευτών πίστευαν ότι το GFSI αντιμετώπιζε αποτελεσματικά τις ανησυχίες τους για την ασφάλεια των τροφίμων. Αυτοί οι ερωτηθέντες ήταν οκτώ φορές πιο πιθανό να υποβληθούν ξανά σε πιστοποίηση λόγω της σαφούς κατανόησης των απαιτήσεών της. Είναι ενδιαφέρον ότι το 74% των κατασκευαστών τροφίμων εξέφρασε την προθυμία του να πιστοποιηθεί εκ νέου, ακόμη και χωρίς εντολές πελατών. Αυτή η τάση καθοδηγείται από παράγοντες όπως η διατήρηση των πελατειακών σχέσεων, η δημιουργία νέων συνδέσεων, η μείωση των ελέγχων από τρίτους και η βελτίωση των πρωτοκόλλων ασφάλειας τροφίμων. Ενώ λιγότεροι από τους μισούς ανέφεραν πραγματική αύξηση των βασικών μετρήσεων, ένας μεγαλύτερος αριθμός συμφώνησε ότι υπήρξε βελτίωση κατά το έτος που ακολούθησε την πιστοποίηση GFSI. Ειδικότερα, το 81% αναγνώρισε σημαντική επένδυση σε χρόνο προσωπικού και το 50% ανέφερε σημαντική επένδυση κεφαλαίου μετά την απόκτηση της πιστοποίησης (Crandall et al., 2017).



## **Κεφάλαιο 3: Ο ρόλος των ΣΔΑΤ στο φαινόμενο της σπατάλης τροφίμων**

### **3.1 Πώς οι κανονισμοί για την ασφάλεια των τροφίμων προστατεύουν αλλά και συμβάλλουν στη δημιουργία απωλειών τροφίμων**

Τα περιστατικά ασφάλειας τροφίμων που προκαλούνται από αμέλεια και παραβιάσεις των κανονισμών στον βιομηχανικό τομέα έχουν τη δυνατότητα να οδηγήσουν σε σπατάλη τροφίμων λόγω ανακλήσεων επιβλαβών προϊόντων που μπορεί να οδηγήσουν σε επιδημίες τροφογενών ασθενειών. Το ζήτημα αυτό εντείνεται περαιτέρω από την ανησυχία του κοινού για την προσβολή από τροφογενείς ασθένειες, η οποία μπορεί να δημιουργήσει περιττό φόβο στους καταναλωτές και να τους κάνει να απορρίψουν απολύτως ασφαλή τρόφιμα (Qi and Roe, 2016).

Ο τομέας της ασφάλειας των τροφίμων περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, ξεκινώντας από το στάδιο της παραγωγής στο αγρόκτημα και συνεχίζοντας μέχρι την τελική κατανάλωση των τροφίμων. Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν το χειρισμό, την αποθήκευση και την προετοιμασία των τροφίμων με τρόπο που να αποτρέπει τη μόλυνση από βιολογικούς, χημικούς και φυσικούς κινδύνους, με απώτερο στόχο την παροχή ασφαλών τροφίμων που δεν βλάπτουν τους καταναλωτές. Επιπλέον, η ασφάλεια των τροφίμων περιλαμβάνει επίσης πτυχές όπως η επισήμανση, οι πρακτικές υγιεινής, η χρήση πρόσθετων τροφίμων και φυτοφαρμάκων, η πρόσβαση σε ασφαλές νερό για σκοπούς άρδευσης κ.α., οι οποίες επηρεάζονται από τις πολιτικές για τα τρόφιμα, καθώς και από τις κυβερνητικές κατευθυντήριες γραμμές και τη νομοθεσία που ρυθμίζει την εισαγωγή και την εξαγωγή τροφίμων, συμπεριλαμβανομένης της εφαρμογής συστημάτων επιθεώρησης και πιστοποίησης (Hamilton et al., 2005). Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να συμβάλουν στην εμφάνιση τροφογενών ασθενειών και στη σπατάλη σημαντικών ποσοτήτων τροφίμων, ιδιαίτερα κατά τις διαδικασίες μεταφοράς και κατανάλωσης. Σε αυτούς περιλαμβάνονται η μη συμμόρφωση με τους εθνικούς ή διεθνείς κανονισμούς, οι πολιτικές που δεν είναι αρκετά αποτελεσματικές, η ανεπαρκής υποδομή και η έλλειψη ευαισθητοποίησης

σχετικά με τη σημασία των ασφαλών και υγιεινών τροφίμων (Faour-Klingbeil and Todd, 2020). Η εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών για τον έλεγχο της ασφάλειας και της προστασίας των τροφίμων μπορεί να παρεμποδιστεί από διάφορους παράγοντες, όπως η ρυθμιστική και θεσμική υποδομή, οι πολιτικές και η εκπαίδευση. Οι παράγοντες αυτοί διαφέρουν μεταξύ των χωρών και είναι ιδιαίτερα διακριτοί μεταξύ των αναπτυγμένων και των αναπτυσσόμενων χωρών. Παραδόξως, η ασφάλεια των τροφίμων δεν έχει θεωρηθεί ευρέως ως ξεχωριστή πτυχή κατά τον προσδιορισμό των παραγόντων που συμβάλλουν στην απώλεια και τη σπατάλη τροφίμων (Rahmat et al., 2016).

Είναι ζωτικής σημασίας να υπάρχουν εθνικά συστήματα ελέγχου για τη διασφάλιση της ευημερίας των καταναλωτών και να διασφαλίζεται ότι τα τρόφιμα που πωλούνται στις τοπικές αγορές δεν είναι μόνο ασφαλή για κατανάλωση, αλλά και συμμορφώνονται με τους καθιερωμένους κανονισμούς για την ασφάλεια των τροφίμων σε εθνικό επίπεδο. Δεδομένης της πολυπλοκότητας της παγκόσμιας αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων και της εμφάνισης νέων κινδύνων για τα τρόφιμα, πολλές χώρες έχουν αναγνωρίσει την ανάγκη να αναθεωρήσουν τους κανονισμούς τους για την ασφάλεια των τροφίμων, επιβάλλοντας μέτρα που αποτρέπουν την αλλοίωση και τη μόλυνση. Επιπλέον, πολλές χώρες προωθούν την υιοθέτηση σύγχρονων τεχνολογιών και καινοτόμων ερευνών για τη βελτίωση του χρόνου ζωής των τροφίμων, γεγονός που συντελεί στη μείωση του φαινομένου της σπατάλης των τροφίμων (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Από την άλλη πλευρά, εάν οι κανονισμοί για την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων είναι υπερβολικά αυστηροί, μπορούν στην πραγματικότητα να εμποδίσουν την αποδοχή ασφαλών τροφίμων στην αγορά ή την εισαγωγή τους. Ομοίως, εάν η επιβολή των κανονιστικών διατάξεων δεν είναι συντονισμένη και συνεπής, μπορεί να επιδεινώσει το πρόβλημα εμποδίζοντας την αποτελεσματική επικοινωνία και τον έλεγχο των κινδύνων, καθώς και τη συμμόρφωση των κατασκευαστών (Mourad, 2015). Προκειμένου τα τρόφιμα να διασχίσουν τα διεθνή σύνορα, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή δοκιμών και επιθεωρήσεων. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, υπάρχει κίνδυνος απώλειας τροφίμων, επειδή οι αποστολές τροφίμων προς εξαγωγή ή εισαγωγή μπορεί να καθυστερήσουν για τους σκοπούς των δοκιμών και της επιθεώρησης ώστε να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τους φυτοϋγειονομικούς και κτηνιατρικούς κανονισμούς για την ασφάλεια των τροφίμων (Lupien, 2005).

Οι ανεπαρκείς πρακτικές διατήρησης μπορούν να εκθέσουν τα τρόφιμα σε αυξημένο κίνδυνο μικροβιακής μόλυνσης ή καταστροφής, όπως όταν μένουν αφύλακτα ή διατηρούνται για πολύ καιρό, οδηγώντας σε μείωση της διάρκειας ζωής τους. Σύμφωνα με την Exodus Market Research (2006) και τον Mourad (2015), η απόρριψη αποστολών τροφίμων λόγω μόλυνσης με χημικές ουσίες, μικρόβια, έντομα ή άλλα ξένα υλικά, καθώς και η ακατάλληλη σήμανση, οδηγεί σε απροσδόκητη σπατάλη και οικονομικό κόστος λόγω καταστροφής ή επανεπεξεργασίας των τροφίμων.

Όσον αφορά στην Ευρώπη, η αύξηση των προτύπων ασφάλειας τροφίμων και των απαιτήσεων πιστοποίησης, καθώς και η βελτιωμένη ικανότητα επιθεώρησης και επιβολής των προτύπων αυτών, έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση του αριθμού των απορριπτόμενων αποστολών εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Faour-Klingbeil and Todd, 2020). Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει ανώτατα όρια υπολειμμάτων για τις προσμείξεις στα τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένων των φυτοφαρμάκων και των μικροβιολογικών προσμείξεων, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια των ζωικών και ανθρώπινων τροφίμων. Η μη συμμόρφωση με αυτά τα όρια καθώς επίσης και οι πολιτικές μηδενικής ανοχής είναι δυνατόν να έχουν ως επίπτωση την άσκοπη σπατάλη τροφίμων. Το ζήτημα αυτό αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για χώρες με λιγότερο ισχυρά ρυθμιστικά πλαίσια, όπως η Ουκρανία, η Γεωργία, η Λευκορωσία, η Μολδαβία, το Αζερμπαϊτζάν και η Αρμενία, ιδίως κατά τη διάρκεια ετών με άφθονες συγκομιδές κηπευτικών, όταν υπάρχει υπερπροσφορά προϊόντων στις εσωτερικές αγορές των χωρών αυτών (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Ο στόχος της επίτευξης παγκόσμιας εναρμόνισης των προτύπων ασφάλειας των τροφίμων, όπως έχει τεθεί από τον Αναπτυξιακό Στόχο της Χιλιετίας των Ηνωμένων Εθνών και αποτελεί εδώ και καιρό μείζον ζήτημα για πολλές χώρες που επιδιώκουν να αυξήσουν τις εξαγωγές εγχώριων προϊόντων διατροφής στις ανεπτυγμένες αγορές. Αυτός ο στόχος έχει σχεδιαστεί για να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις που σχετίζονται με τη διασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας για όλους, λαμβάνοντας υπόψη την περίπλοκη φύση του παγκόσμιου συστήματος διανομής τροφίμων και τη σημασία της ελαχιστοποίησης της σπατάλης τροφίμων (Wang and Li, 2012). Έχει, επίσης, τονιστεί η σημασία της εναρμόνισης των κανονισμών και των συστημάτων ελέγχου των τροφίμων παγκοσμίως, θεωρώντας ότι αυτή η εναρμόνιση θα αποφέρει πολυάριθμα οφέλη, όπως η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων που προκαλούνται από μη συμμορφούμενα προϊόντα,

η εξάλειψη των καθυστερήσεων στις εισαγωγές τροφίμων, ο μετριασμός των ελλείψεων αποθεμάτων, η μείωση του κόστους στη γεωργική βιομηχανία και τη βιομηχανία τροφίμων και η μείωση της εξάρτησης από τις επιθεωρήσεις ρουτίνας στα σύνορα (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

## **3.2 Κενά στην ασφάλεια των τροφίμων και ο ρόλος τους στη σπατάλη τροφίμων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων**

### **3.2.1 Στάδιο πρωτογενούς παραγωγής**

Οι ανεπτυγμένες χώρες, όπως αυτές της Ευρώπης και των Ηνωμένων Πολιτειών, έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο στη μείωση των απωλειών τροφίμων κατά την παραγωγή, τη μεταφορά και την αποθήκευση. Αυτό οφείλεται κυρίως στη διαθεσιμότητα σύγχρονου και αξιόπιστου εξοπλισμού και εγκαταστάσεων, στην εφαρμογή συστημάτων ιχνηλασιμότητας, στην επιβολή των κανονισμών για την ασφάλεια των τροφίμων καθώς και στην εποπτεία που παρέχεται από τους φορείς υγειονομικής επιθεώρησης.

Από την άλλη πλευρά, οι αναδυόμενες αγορές σε αναπτυσσόμενες χώρες με χαμηλό εισόδημα εξακολουθούν να εμφανίζουν υψηλά επίπεδα απώλειας τροφίμων στα πρώτα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, οι οποίες δύναται να φθάσουν σε ορισμένες περιπτώσεις το 40% λόγω αναποτελεσματικών μηχανημάτων και εξοπλισμού συγκομιδής και αποθήκευσης. Το θέμα της αναποτελεσματικότητας επιδεινώνεται ακόμη περισσότερο από αρκετά εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι παραγωγοί. Αυτές οι προκλήσεις περιλαμβάνουν την έλλειψη κατάρτισης και ευκαιριών για τη βελτίωση των δεξιοτήτων τους, καθώς και την έλλειψη γεωργικής υποδομής που είναι απαραίτητη για την υποστήριξη αποτελεσματικών γεωργικών τεχνικών. Επιπλέον, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη συγκομιδή είναι συχνά αναποτελεσματικές και υπάρχει έλλειψη κατάλληλων εγκαταστάσεων και περιορισμένη πρόσβαση στις αγορές. Όλα αυτά τα συνεχιζόμενα εμπόδια εμποδίζουν τους παραγωγούς να εφαρμόσουν συνιστώμενες πρακτικές για την παραγωγή ασφαλών τροφίμων, κάτι που τελικά θέτει σε κίνδυνο την επισιτιστική ασφάλεια. Επιπλέον, η κατάσταση επιδεινώνεται σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες όπου τα υφιστάμενα διατάγματα και οι νόμοι που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων δεν εφαρμόζονται αποτελεσματικά (Faour-Klingbeil and Todd, 2020, Riviere and Buckley, 2012). Στον πίνακα 1, αναφέρεται η σπατάλη τροφίμων

στα διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων ανά κατηγορία τροφίμων και το επίπεδο εισοδήματος των χωρών παγκοσμίως.

**Πίνακας 1: Απώλειες και απόβλητα τροφίμων στα διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων ανά κατηγορία τροφίμων και το επίπεδο εισοδήματος της χώρας**

Είδη διατροφής	Χώρες με υψηλό εισόδημα	Χώρες μεσαίου εισοδήματος	Χώρες χαμηλού εισοδήματος
<b>Δημητριακά</b>	Απόβλητα ψωμιού και άλλα προϊόντα δημητριακών κατά την κατανάλωση. 10% απώλειες και απόβλητα σιτηρών και αλεύρων στις βιομηχανίες άλεσης και αρτοποιίας.	12% απώλειες κατά τη διάρκεια της συγκομιδής. 8-9% απώλεια στην κατανάλωση	Πάνω από το 15% της συγκομιδής χάνεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της διανομής.
<b>Ρίζες</b>	30% απώλειες κατά τη συγκομιδή. >15% απώλειες κατά την επεξεργασία και συσκευασία λόγω αυστηρών προτύπων διασφάλισης ποιότητας ή/και ακύρωσης παραγγελιών	10% απώλειες στο στάδιο της παραγωγής. Καμία απώλεια στο στάδιο επεξεργασίας κυρίως επειδή η επεξεργασία ή η συσκευασία πατάτας είναι ελάχιστη στις χώρες αυτές	>30% στην παραγωγή και 40% απώλειες κατά τη μετασυγκομιδή και χειρισμό. Καμία απώλεια στο στάδιο επεξεργασίας κυρίως επειδή η επεξεργασία ή η συσκευασία πατάτας είναι ελάχιστη στις χώρες αυτές
<b>Φρούτα και λαχανικά</b>	Πάνω από 20% απόβλητα στη	10% απώλειες στην παραγωγή	>5% κατά την παραγωγή,

	γεωργική παραγωγή και κατανάλωση λόγω των αυστηρών προτύπων ποιότητας, της υπερπαραγωγής και της υπερβολικής αγοράς από τους καταναλωτές.	και κατανάλωση. 7% απώλειες στη μετασυγκομιδή και αποθήκευση. 9% απώλειες στο στάδιο της παραγωγής.	μετασυγκομιδή και αποθήκευση. Όσο μικρότερο το εισόδημα μίας χώρας, τόσο μικρότερη η συνολική σπατάλη τροφίμων.
<b>Κρέας και παράγωγα κρέατος</b>	5% και 4% απώλεια στην επεξεργασία και διανομή αντίστοιχα. 12% σπατάλη στο στάδιο κατανάλωσης	9% σπατάλη στο στάδιο παραγωγής και 5% στο στάδιο επεξεργασίας	< 1% σπατάλη σε κάθε στάδιο της αλυσίδας, που αντανακλά λιγότερα απορρίμματα των μη κρεατικών ζωικών μερών και υψηλότερα επίπεδα κατανάλωσης υποβαθμισμένων προϊόντων
<b>Γαλακτοκομικά προϊόντα</b>	4% σπατάλη στο στάδιο της παραγωγής 7% στο στάδιο της κατανάλωσης	>5% σπατάλη στο στάδιο της παραγωγής, επεξεργασίας, διανομής και κατανάλωσης	Υψηλότερα επίπεδα απωλειών κατά τη διάρκεια μεταποίησης, λόγω κακής υγιεινής και πρωτόγονων τεχνολογιών

Πηγή: FAO, 2014c

Οι παραγωγοί τροφίμων έχουν την ευθύνη να διασφαλίζουν ότι τα τρόφιμά τους είναι ασφαλή καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, από το χειρισμό έως την αποθήκευση. Αυτό περιλαμβάνει τη λήψη μέτρων για την πρόληψη της μόλυνσης από παράσιτα, μικρόβια, μύκητες, χημικές ουσίες και φυσικές πηγές. Για τον μετριασμό αυτών των κινδύνων, τόσο οι εθνικοί όσο και οι διεθνείς κανονισμοί για την ασφάλεια

των τροφίμων απαιτούν από τους παραγωγούς τροφίμων να παρακολουθούν και να ελέγχουν διάφορες πτυχές, όπως η υγεία των εργαζομένων, η διαχείριση των παρασίτων, η υγιεινή και η εξυγίανση. Πρέπει επίσης να διασφαλίζουν την ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται για την άρδευση και το πλύσιμο μετά τη συγκομιδή, καθώς και να διατηρούν κατάλληλες συνθήκες υγιεινής και θερμοκρασίας κατά τη συγκομιδή, την αποθήκευση και τη μεταφορά. Η τήρηση αυτών των απαιτήσεων είναι ζωτικής σημασίας, καθώς η μη συμμόρφωση μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες για την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων. Για παράδειγμα, τα τρόφιμα μπορεί να καταστούν μη βρώσιμα και να χάσουν τη θρεπτική τους αξία λόγω σήψης και αλλαγών στο χρώμα, τη γεύση, την οσμή και τη σύσταση που προκαλούνται από ζύμες, μούχλες ή βακτήρια. Αυτό μπορεί δυνητικά να οδηγήσει σε ανακλήσεις ή επιδημίες τροφογενών ασθενειών, καθώς και σε σημαντικές απώλειες τροφίμων όταν απορρίπτονται μολυσμένα ή αλλοιωμένα τρόφιμα που είναι ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση (Faour-Klingbeil et al., 2016).

Τα κρούσματα τροφογενών ασθενειών έχουν καταστεί ένα σημαντικό παγκόσμιο πρόβλημα υγείας, με σοβαρές οικονομικές συνέπειες τόσο για το σύστημα δημόσιας υγείας όσο και για τη βιομηχανία τροφίμων. Σύμφωνα με έκθεση του Αμερικάνικου Κέντρου Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (CDC), ο αριθμός των πραγματικών μολύνσεων από αυτές τις ασθένειες ξεπερνά κατά πολύ τον αριθμό των διαγνωσμένων κρουσμάτων. Το CDC εκτιμά ότι 48 εκατομμύρια Αμερικανοί αρρωσταίνουν κάθε χρόνο λόγω τροφογενών ασθενειών, με 128.000 άτομα να χρειάζονται νοσηλεία και 3.000 να χάνουν τη ζωή τους (Scallan et al., 2011). Αυτά τα στατιστικά στοιχεία αναδεικνύουν τη σοβαρότητα της κατάστασης και υπογραμμίζουν την επείγουσα ανάγκη λήψης μέτρων για την πρόληψη και τον έλεγχο των τροφογενών ασθενειών. Σύμφωνα με συνοπτική έκθεση που δημοσιεύθηκε το 2015, η Ευρωπαϊκή Ένωση αντιμετώπισε συνολικά 4362 κρούσματα λόγω τροφογενών ασθενειών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που προκλήθηκαν από μολυσμένο νερό. Διαπιστώθηκε ότι η βακτηριακή μόλυνση ήταν η κύρια αιτία αυτών των κρουσμάτων, αντιπροσωπεύοντας το 33,7% των συνολικών περιπτώσεων. Τα συγκεκριμένα βακτήρια που ήταν υπεύθυνα για την πλειονότητα των κρουσμάτων ήταν η σαλμονέλα, που αντιστοιχούσε στο 21,8%, και το καμπυλοβακτηρίδιο, που αντιστοιχούσε στο 8,9% (EFSA, 2016). Ωστόσο, λόγω των αναμενόμενων αλλαγών στη γεωγραφική κατανομή, την ποικιλομορφία, τα επίπεδα και την εποχικότητα των παθογόνων μικροοργανισμών στο φυσικό περιβάλλον και στο

περιβάλλον των γεωργικών εκμεταλλεύσεων που προκαλούνται από την υπερθέρμανση του πλανήτη, αναμένεται ότι η εμφάνιση σαλμονέλωσης και άλλων τροφογενών ασθενειών θα αυξηθεί (Semenza et al., 2012). Ωστόσο, τα συγκεκριμένα παθογόνα που θα επηρεαστούν περισσότερο και οι μηχανισμοί πίσω από αυτές τις αλλαγές δεν έχουν ακόμη προσδιοριστεί (Lake and Barker, 2018). Είναι γεγονός πως τα ακραία καιρικά φαινόμενα, ιδίως οι έντονες βροχοπτώσεις, αναμένεται να εμφανίζονται συχνότερα στο μέλλον και αυτή η αυξημένη συχνότητα εγκυμονεί μεγαλύτερο κίνδυνο μόλυνσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, όπως τονίζουν οι Semanza et al. (2012). Όταν εκδηλώνονται έντονες βροχοπτώσεις, μπορεί να οδηγήσουν σε διαταραχή των συστημάτων επεξεργασίας νερού και αποχέτευσης, με αποτέλεσμα την πιθανή έκθεση σε επιβλαβείς παθογόνους παράγοντες, όπως η *Salmonella spp.* και άλλοι παράγοντες που προκαλούν ασθένειες, όπως αναφέρουν οι Kovats et al. (2000). Επιπλέον, αυτά τα έντονα φαινόμενα βροχόπτωσης μπορούν να συμβάλουν στην εξάπλωση παθογόνων μικροοργανισμών σε γεωργικές περιοχές μέσω των πλημμυρών που προκαλούν οι τυφώνες.

Επιπρόσθετα, υπάρχει έλλειψη ευαισθητοποίησης μεταξύ των αγροτών σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους για την ασφάλεια των τροφίμων που συνδέονται με τη χρήση μολυσμένων ή ανεπεξέργαστων λυμάτων για την άρδευση των καλλιεργειών, καθώς και με τη χρήση ανεπαρκώς επεξεργασμένης κοπριάς ως λίπασμα για τα νωπά προϊόντα. Επιπλέον, οι εν λόγω αγρότες ενδέχεται να μην είναι ενημερωμένοι σχετικά με τις απαραίτητες προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται για την πρόληψη αυτών των κινδύνων. Έχει διαπιστωθεί ότι ο αγρός όπου καλλιεργείται η αρχική καλλιέργεια μπορεί να είναι η πηγή πολλών κρουσμάτων τροφογενών ασθενειών (Faour-Klingbeil and Todd, 2020). Αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι η εκτεταμένη και άκρως θανατηφόρα επιδημία παθογόνου *Escherichia coli* (*E. coli*) το 2011, η οποία είχε ως αποτέλεσμα σημαντικές οικονομικές συνέπειες για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτή η επιδημία μόλυνε συνολικά 3950 άτομα και προκάλεσε με τραγικό τρόπο 53 θανάτους (Broxmeyer, 2004).

Η παρουσία νερού χαμηλής ποιότητας ή ανεπεξέργαστου νερού αποτελεί σημαντική απειλή όσον αφορά τη μετάδοση τροφογενών παθογόνων μικροοργανισμών στις καλλιέργειες πριν από τη συγκομιδή. Το ζήτημα αυτό έχει συνδεθεί άμεσα με διάφορες επιδημίες, συμπεριλαμβανομένης της εκτεταμένης επιδημίας *Salmonella* ορότυπου Saintpaul που εκδηλώθηκε σε πολλές πολιτείες, η οποία εντοπίστηκε σε



μεξικανικά προϊόντα που μολύνθηκαν μέσω της χρήσης μολυσμένου νερού άρδευσης (CDC, 2008). Ομοίως, ο κίνδυνος αυτός επεκτείνεται και στη χρήση κοπριάς από πουλερικά και άλλες ζωικές πηγές στην καλλιέργεια φρούτων και λαχανικών. Είναι ζωτικής σημασίας οι κοπριές αυτές να υποβάλλονται σε κατάλληλη κομποστοποίηση ή αποστείρωση πριν από τη χρήση τους ως λιπάσματα, προκειμένου να αποφευχθεί η πιθανή μόλυνση με σαλμονέλα και άλλα επιβλαβή παθογόνα. Περιπτώσεις μόλυνσης προϊόντων που οφείλονται σε κακή κομποστοποίηση κοπριάς έχουν οδηγήσει σε τροφογενείς ασθένειες, ανακλήσεις προϊόντων, ακόμη και οικονομικές απώλειες λόγω της έλλειψης πρωτοκόλλων ασφάλειας τροφίμων και απαγορεύσεων εισαγωγών (CSPI, 2015).

Η γενική παραγωγική πρακτική είναι ένα σύνολο προτύπων και κατευθυντήριων γραμμών που εστιάζουν στη διατήρηση της υγιεινής κατά τη διαδικασία παραγωγής για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων (Malavi et al., 2018). Η μη συμμόρφωση με αυτές τις απαιτήσεις μπορεί να οδηγήσει σε σπατάλη σημαντικής ποσότητας προϊόντων λόγω αλλοίωσης και υποβάθμισης και ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) αναφέρει ότι ο κύριος λόγος για την κακή ποιότητα των δημητριακών, των ελαιούχων σπόρων και των λαχανικών, ιδίως εκείνων που παράγονται σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, είναι ο υποβιβασμός τους σε ζωοτροφές στις τοπικές και διεθνείς αγορές (FAO, 2014b). Το ζήτημα αυτό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στην

Ουκρανία, όπου διάφοροι μεταποιητές, όπως αρτοποιεία, μεταποιητές κρέατος, γαλακτοβιομηχανίες και παραγωγοί τυριών και χυμών φρούτων, διαμαρτύρονται συνεχώς για τη χαμηλή ποιότητα των διαθέσιμων πρώτων υλών. Αυτή η κακή ποιότητα αποδίδεται κυρίως στον κατακερματισμένο χαρακτήρα της παραγωγής, ο οποίος καθιστά δύσκολη την προμήθεια τυποποιημένων προϊόντων σε εμπορικές ποσότητες (FAO, 2013).

Η υποβάθμιση της ποιότητας των τροφίμων προκαλείται κυρίως από την αλλοίωση των τροφίμων από μικροοργανισμούς, όπως αναφέρει ο Dousset (2016) και αυτή η αλλοίωση είναι υπεύθυνη για σημαντική απώλεια περίπου 25% του συνόλου των τροφίμων που παράγονται παγκοσμίως. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αλλοίωση των τροφίμων δεν έχει ως αποτέλεσμα μόνο τη μείωση του εισοδήματος κατά 15% για τους μικροκαλλιεργητές και τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες, αλλά οδηγεί επίσης σε απώλειες σε ενσωματωμένες εισροές, όπως το νερό και τα λιπάσματα (Bondi, 2014).

Μία από τις κύριες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι αναπτυσσόμενες χώρες είναι οι κακές συνθήκες αποθήκευσης και τα αναξιόπιστα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία συχνά οδηγούν σε σημαντικές απώλειες τροφίμων, ιδίως φρούτων, λαχανικών, δημητριακών και ριζών, όταν η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας διακόπτεται. Το ζήτημα αυτό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο σε περιοχές όπου η επισιτιστική ασφάλεια αποτελεί μείζον ζήτημα. Στην πραγματικότητα, το 2009, εκτιμήθηκε ότι σχεδόν τα μισά από τα φρούτα και τα λαχανικά που συγκομίζονται σε τροπικές περιοχές χάνονται, ποσό που ανέρχεται σε περίπου 10 εκατομμύρια δολάρια ετησίως μόνο λόγω μυκητολογικών ασθενειών. Οι ανεπαρκείς πρακτικές συσκευασίας και χειρισμού μπορούν επίσης να συμβάλουν στην αλλοίωση και τη φθορά των ευπαθών προϊόντων, ιδίως όταν συνδυάζονται με την έλλειψη κατάλληλης ψύξης σε θερμά και υγρά κλίματα. Επιπλέον, οι ανεπαρκείς υποδομές οδικής κυκλοφορίας και διανομής, καθώς και η προσβολή από παράσιτα, αυξάνουν περαιτέρω τον κίνδυνο σπατάλης λόγω αλλοίωσης. Επιπλέον, οι απροσδόκητα υψηλές συγκομιδές μπορεί να επιβαρύνουν την ικανότητα των τοπικών γεωργών και να οδηγήσουν σε ένα απογοητευτικά μικρό ποσοστό των προϊόντων που είναι κατάλληλο για πώληση λόγω ζημιών, κακών συνθηκών αποθήκευσης, έλλειψης υγιεινής ή ανεπαρκούς ζήτησης. Ορισμένα είδη, συμπεριλαμβανομένων των οσπρίων, των δημητριακών και των σπόρων, είναι πολύ ευαίσθητα σε βλάβες που προκαλούνται από τρωκτικά, πουλιά και οικόσιτα πτηνά. Επιπλέον, η παρουσία αποθηκευτικών εντόμων μπορεί να συμβάλει σε σημαντική μείωση τόσο της φυσικής ποσότητας όσο και της θρεπτικής αξίας των δημητριακών και των ξηρών τροφών, αντιπροσωπεύοντας έως και το 40% της συνολικής απώλειας. (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Ο φόβος για ακατάλληλα τρόφιμα καθώς και συγκεκριμένες πολιτικές σε διάφορα μέρη του κόσμου μπορούν μερικές φορές να οδηγήσουν σε καταστάσεις που συμβάλλουν στην απώλεια τροφίμων. Τον Μάιο του 2015, ένα σημαντικό περιστατικό εμφανίστηκε στο Κατάρ, τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και τη Σαουδική Αραβία, όπου οι καταναλωτές εξέφρασαν ανησυχίες για πιθανή σκόπιμη μόλυνση καρπουζιών που προέρχονται από το Ιράν. Τα καρπούζια βρέθηκαν να έχουν τρύπες, μερικές από τις οποίες φαινόταν να έχουν τρυπηθεί και καλυφθεί με λάσπη, γεγονός που οδήγησε σε ανησυχίες για σκόπιμη δηλητηρίαση. Ως αποτέλεσμα, υπήρξε εκτεταμένο μποϊκοτάζ των ιρανικών προϊόντων και οι πωλήσεις ιρανικών καρπουζιών μειώθηκαν σημαντικά. Ωστόσο, μεταγενέστερη έρευνα έριξε φως στην πραγματική αιτία αυτών των τρυπών,

αποδεικνύοντας ότι δεν ήταν αποτέλεσμα σκόπιμης ζημιάς, αλλά μάλλον η συνέπεια των εντόμων που τρύπησαν στο φλοιό για να εναποθέσουν τα αυγά τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Ιράν είχε εξάγει με επιτυχία καρπούζια σε χώρες όπως η Τουρκία, το Τουρκμενιστάν, η Γεωργία και η Γερμανία χωρίς κανένα πρόβλημα. Τελικά, οι υγειονομικές υπηρεσίες σε διάφορα κράτη του Περσικού Κόλπου έκαναν εκκαθάριση των ιρανικών εισαγωγών καρπουζιών, επιβεβαιώνοντας ότι δεν περιείχαν επιβλαβείς ουσίες (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Ο κλιμακούμενος κίνδυνος μόλυνσης των εξαγωγών από μυκοτοξίνες, που μπορεί να καταστήσει ολόκληρες καλλιέργειες μη εμπορεύσιμες, αποτελεί επίσης σημαντική ανησυχία. Στην ήπειρο της Αφρικής, η παρουσία μόλυνσης από μυκοτοξίνες είναι υπεύθυνη για ένα σημαντικό μέρος, που κυμαίνεται από 5% έως 10%, της συνολικής μείωσης της φυτικής παραγωγής (Darwish et al., 2014). Ένας συγκεκριμένος τύπος μυκοτοξίνης, γνωστός ως αφλατοξίνες, ανιχνεύεται τυπικά στο έδαφος και μπορεί να μεταδοθεί στις καλλιέργειες κατά τη διάρκεια των διαδικασιών συγκομιδής και αποθήκευσης, ιδιαίτερα όταν τα κατάλληλα μέτρα για τη διαχείριση των επιπέδων υγρασίας δεν εφαρμόζονται επαρκώς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες για τους αγρότες, τους εμπόρους και τους παραγωγούς τροφίμων και ζωοτροφών, όπως φάνηκε στην Κένυα, όπου οι καλλιέργειες αραβοσίτου παρουσίασαν εντυπωσιακή απώλεια 60%. Το παγκόσμιο ζήτημα της επικράτησης μυκοτοξινών στα τρόφιμα αποδίδεται σε παράγοντες όπως η κλιματική αλλαγή, οι πρακτικές διαχείρισης των καλλιεργειών, η επιλογή της ποικιλίας των καλλιεργειών και οι ανεπαρκείς συνθήκες μετασυλλεκτικής αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους Kumar and Kalita (2017), περίπου το 25-40% των δημητριακών παγκοσμίως επηρεάζονται από αυτούς τους παράγοντες.

Το ενδεχόμενο απώλειας μπορεί επίσης να προκύψει από την αλλοίωση των τροφίμων κατά τη μεταφορά, η οποία μπορεί να προκληθεί από παράγοντες όπως η βλάβη του εξοπλισμού συσκευασίας, οι καθυστερήσεις στην ψύξη, η βλάβη του ψυκτικού εξοπλισμού, οι υπερβολικοί κραδασμοί και άλλοι παράγοντες (Khadka et al., 2017). Ενώ η ασυνεπής ψύξη αποτελεί λιγότερο σημαντικό ζήτημα στις ανεπτυγμένες χώρες, εξακολουθεί να αναφέρεται σε περιπτώσεις δυσλειτουργιών φορτηγών, ατυχημάτων ή όταν τα τρόφιμα παραμένουν για πολύ ώρα στις αποβάθρες φόρτωσης (Gunders, 2012). Σε πολλές χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου με χαμηλό και μεσαίο εισόδημα, υπάρχει έλλειψη κατάλληλων υποδομών ψυκτικής αλυσίδας,

συμπεριλαμβανομένων εγκαταστάσεων πρόψυξης και ψυκτικών αποθηκών, ψυκτικών μεταφορέων και αποθηκών συσκευασίας, καθώς και βασικών εγκαταστάσεων υγιεινής και ψύξης σε οικιακό επίπεδο (Gustavsson et al., 2011). Ωστόσο, δεν είναι μόνο το στάδιο μετά τη συγκομιδή που συμβάλλει σε αυτές τις απώλειες. Οι ανεπαρκείς πρακτικές εκτροφής κατά το στάδιο πριν από τη συγκομιδή, καθώς και τα προβλήματα με τη μεταποίηση, τη συσκευασία και τη διανομή, οδηγούν επίσης στην απόρριψη και την καταστροφή σημαντικών ποσοτήτων τροφίμων, ιδιαίτερα κρέατων, ενώ επιπλέον, τα προβλήματα αυτά ευθύνονται για τη σπατάλη του 69% των ψαριών σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων (Gustavsson et al., 2011). Ένα επίσης συνηθισμένο πρόβλημα στη μεταφορά ευπαθών προϊόντων, όπως το γάλα, είναι η έλλειψη κατάλληλης ψυκτικής αλυσίδας, ιδιαίτερα κατά τη μεταφορά του γάλακτος από την ύπαιθρο προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Είναι γεγονός πως σε περιοχές όπως η Εγγύς Ανατολή και η Βόρεια Αφρική, υπάρχει σημαντική απώλεια κρέατος, ψαριών, θαλασσινών και γαλακτοκομικών προϊόντων λόγω της αναποτελεσματικής υποδομής της ψυκτικής αλυσίδας. Σύμφωνα με εκτιμήσεις των Gustavsson et al. (2011), περίπου το 22% του κρέατος, το 30% των ψαριών και των θαλασσινών και το 20% των γαλακτοκομικών προϊόντων σπαταλούνται στη συγκεκριμένη περιοχή. Αυτό σημαίνει ότι ένα σημαντικό μέρος αυτών των πολύτιμων ειδών διατροφής δεν φθάνουν στους καταναλωτές και αντίθετα απορρίπτονται, συμβάλλοντας στην σπατάλη τροφίμων και στην αναποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού.

Επιπρόσθετα, τα προβλήματα στην κτηνοτροφική παραγωγή μπορεί να προκύψουν από νωρίς στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων, ξεκινώντας από την εισαγωγή μη ασφαλών ή κακώς παρασκευασμένων ζωοτροφών. Η χρήση τέτοιων ζωοτροφών έχει της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών, Η νόσος αυτή είχε σοβαρές συνέπειες τόσο για την υγεία των ζώων όσο και για το εμπόριο ζωοτροφών και τροφίμων, με αποτέλεσμα σημαντικές οικονομικές απώλειες και απώλειες προϊόντων (Vos, 2000).

### **3.2.2 Στάδιο επεξεργασίας τροφίμων**

Στο στάδιο της επεξεργασίας τροφίμων παράγεται σημαντική ποσότητα αποβλήτων λόγω διαφόρων παραγόντων. Ένας από αυτούς τους παράγοντες είναι η απομάκρυνση μη

βρώσιμων μερών, όπως τα υπολείμματα, τα οποία οδηγούν σε υποπροϊόντα που είτε επανεπεξεργάζονται για ανθρώπινη κατανάλωση είτε χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές. Επιπλέον, τα απόβλητα δημιουργούνται επίσης από την υπερπαραγωγή, τη φθορά των προϊόντων και των συσκευασιών, τις τεχνικές δυσλειτουργίες και την απώλεια πρώτων υλών, ως αποτέλεσμα ελλείψεων στις διαδικασίες παραγωγής και παρακολούθησης των τροφίμων. Οι ελλείψεις αυτές περιλαμβάνουν τη μη συμμόρφωση με τις ισχύουσες Ορθές Πρακτικές Παραγωγής, τη μη διατήρηση υγιεινών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού επεξεργασίας τροφίμων, τη μη συμμόρφωση με τις τυποποιημένες διαδικασίες λειτουργίας, τα κενά στην Ανάλυση Κινδύνων και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (HACCP) και την εσφαλμένη επισήμανση. Είναι ζωτικής σημασίας για τη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων να επιδεικνύει τη δέουσα επιμέλεια και να λαμβάνει τις απαραίτητες προφυλάξεις για να διασφαλίζει τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς και τις απαιτήσεις των πελατών, καθώς η παράλειψη αυτή μπορεί να οδηγήσει σε ακούσια νοθεία ή μόλυνση των πρώτων υλών ή των τροφίμων κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ανάκληση τροφίμων, απόρριψη από τους πελάτες ή απαγόρευση εξαγωγής προϊόντων. Για να μετριάσουν αυτούς τους κινδύνους, πολλές εγκαταστάσεις τροφίμων υιοθετούν δικά τους ή διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα που τηρούν αυστηρούς κανόνες υγιεινής με σημαντικά περιθώρια ασφαλείας (Waarst et al., 2011). Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι τα πρότυπα αυτά συμβάλλουν επίσης σημαντικά στη δημιουργία αποβλήτων στη βιομηχανία τροφίμων και στην αύξηση της σπατάλης λόγω ιδιαίτερης αυστηρότητας των κανονισμών (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Η διαδικασία ανάκλησης τροφίμων περιλαμβάνει την απόσυρσή τους από την αγορά και την απόσυρσή τους, ενώ στη συνέχεια ο παραγωγός αναλαμβάνει δράση για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την επανασήμανση, το μαγείρεμα, την επανεπεξεργασία ή την πλήρη καταστροφή του τροφίμου σύμφωνα με τις κανονιστικές οδηγίες. Καταστροφή σε αυτό το πλαίσιο σημαίνει να καταστεί το τρόφιμο ακατάλληλο για κατανάλωση από ανθρώπους ή ζώα και να καταστεί όλη η επισήμανση άχρηστη για το εμπόριο (FSIS, 2015). Στον πίνακα 2 αναφέρεται η ταξινόμηση της ανάκλησης τροφίμων, από το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α., σε 3 συγκεκριμένες κατηγορίες.

**Πίνακας 2: Ταξινόμηση ανάκλησης τροφίμων από το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ  
(FSIS, 2015)**

**Τάξη I:** Μια κατάσταση κινδύνου για την υγεία, όπου υπάρχει εύλογη πιθανότητα η χρήση του προϊόντος να προκαλέσει σοβαρά, δυσμενή προβλήματα υγείας ή θάνατο. Για παράδειγμα, μόλυνση από επιβλαβή στελέχη βακτηρίων, όπως *Listeria*, *Salmonella* και *E. Coli* ή μη δηλωμένα αλλεργιογόνα

**Τάξη II:** Μια κατάσταση κινδύνου για την υγεία, όπου υπάρχει μια απομακρυσμένη πιθανότητα δυσμενών συνεπειών για την υγεία από τη χρήση του προϊόντος. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τη μόλυνση από αλλαντίαση και νοροϊό.

**Τάξη III:** Κατάσταση κατά την οποία η χρήση του προϊόντος δεν προκαλεί δυσμενείς συνέπειες για την υγεία. Οι ανακλήσεις αυτού του τύπου συνίστανται σε λανθασμένο βάρος, όγκο ή προέλευση, ζητήματα επισήμανσης ή τρόφιμα μολυσμένα με μαγιά ή μούχλα.

Σε περιπτώσεις όπου το ανακληθέν τρόφιμο δεν είναι πιθανό να ενέχει κινδύνους για την υγεία (κατηγορία III), μπορεί να εκτραπεί προς επανεπεξεργασία υπό αυστηρό έλεγχο από τις τοπικές αρχές ή να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή. Οι ανακλήσεις της κατηγορίας III, όπως αυτές που προκύπτουν από εσφαλμένη επισήμανση, είναι περιττές από άποψη ασφάλειας τροφίμων και συμβάλλουν σε σημαντική ποσότητα αποβλήτων. Ωστόσο, η σημασία των ανακλήσεων τροφίμων των κατηγοριών I και II έγκειται στους πιθανούς κινδύνους για την υγεία που ενέχουν, και ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζονται εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, τα επίπεδα μόλυνσης και το είδος του κινδύνου, είτε πρόκειται για χημικό είτε για βιολογικό κίνδυνο. Επιπλέον, η τελική τύχη αυτών των ανακληθέντων τροφίμων καθορίζεται από την αρχική προβλεπόμενη χρήση τους. Για παράδειγμα, ορισμένα προϊόντα μπορεί να υποστούν μείωση της ποιότητας όταν υποβληθούν στη διαδικασία της αναθέρμανσης προκειμένου να εξαλειφθούν οι μικροοργανισμοί, καθιστώντας τα ακατάλληλα για κατανάλωση ή επανεπεξεργασία. Κατά συνέπεια, ορισμένα από αυτά τα ανακληθέντα τρόφιμα δεν επιστρέφουν ποτέ στην αγορά και τελικά καταστρέφονται (Willersinn, 2015). Ωστόσο, η έκταση αυτής της σπατάλης παραμένει άγνωστη, καθώς επί του παρόντος δεν υπάρχει ποσοτικοποίηση της ποσότητας των τροφίμων που

απορρίπτονται λόγω των ανακλήσεων της κατηγορίας I και II (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Το έτος 2017, χρειάστηκε να ανακληθεί σημαντική ποσότητα τροφίμων στις Η.Π.Α. λόγω της παρουσίας επιβλαβών μικροοργανισμών, όπως *E. coli* που παράγουν τοξίνη Shiga (STEC), *Listeria monocytogenes* και *Salmonella*. Οι ανακλήσεις αυτές ανήλθαν σε ένα τεράστιο ποσό 692.349 κιλών. Επιπλέον, υπήρξαν 20.470.712 λίβρες ανακλήσεων τροφίμων που προκλήθηκαν από διάφορα ζητήματα, όπως μη δηλωμένα αλλεργιογόνα, ξένα υλικά, ελαττώματα επεξεργασίας, μη δηλωμένες ουσίες και άλλα προβλήματα (USDA, 2018). Αντίστοιχα, το 2016, υπήρξαν συνολικά 122 ανακλήσεις τροφίμων στις Ηνωμένες Πολιτείες, που αντιστοιχούσαν σε 58.140.787 κιλά. Στο πλαίσιο αυτών των ανακλήσεων, οι 91 ταξινομήθηκαν στην κατηγορία I, που σημαίνει ότι αποτελούσαν υψηλό κίνδυνο για τους καταναλωτές, ενώ επιπλέον, υπήρχαν 26 ανακλήσεις που ταξινομήθηκαν ως κατηγορία II, η οποία υποδηλώνει χαμηλότερο κίνδυνο. Αυτές οι ανακλήσεις της κατηγορίας II ανήλθαν σε 1.063.553 κιλά και οφείλονταν κυρίως σε μόλυνση από STEC (FSIS, 2017).

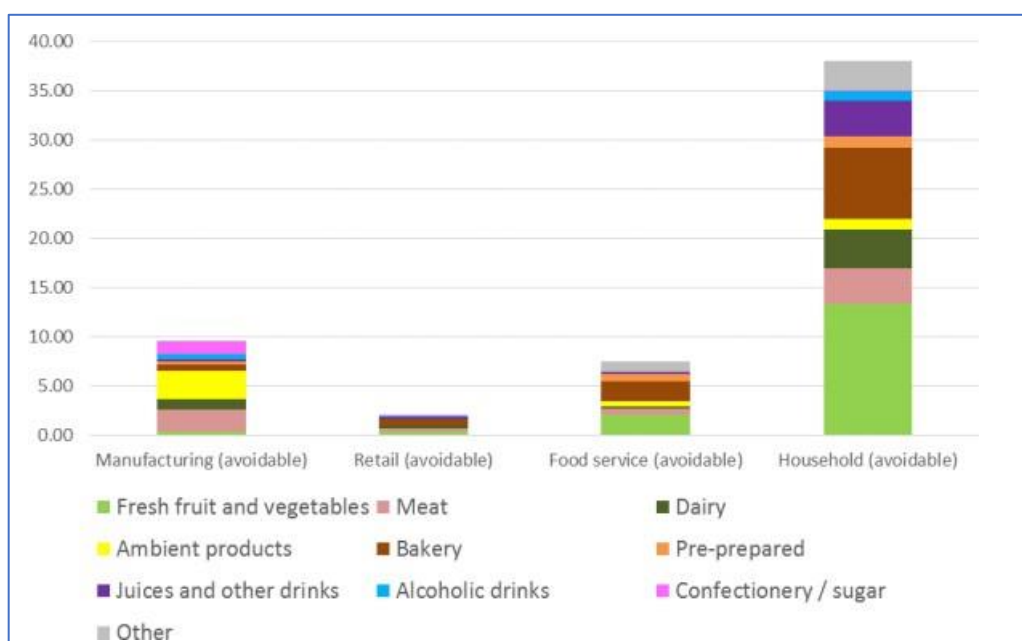
Η εκτεταμένη ανάκληση τροφίμων που έλαβε χώρα πρόσφατα στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμεύει ως σαφής απεικόνιση των σημαντικών οικονομικών συνεπειών που μπορεί να προκύψουν από παραβιάσεις των πρωτοκόλλων για την ασφάλεια των τροφίμων. Το συγκεκριμένο περιστατικό αφορούσε ένα κρούσμα λιστέριας σε κατεψυγμένα τρόφιμα κατά τη διάρκεια του έτους 2016, το οποίο στη συνέχεια προκάλεσε μαζική ανάκληση περισσότερων από 350 κατεψυγμένων προϊόντων φρούτων και λαχανικών από περισσότερες από 42 διαφορετικές μάρκες. Επιπλέον, μόλις μια εβδομάδα αργότερα, υπήρξε άλλη μια επέκταση της ανάκλησης που αφορούσε 358 βιολογικά και παραδοσιακά προϊόντα φρούτων και λαχανικών, με τα προϊόντα αυτά να έχουν πολύ μεταγενέστερες ημερομηνίες λήξης (Zona-Mendola, 2016).

Τα συστήματα ανάκλησης τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και τις Ηνωμένες Πολιτείες παρουσιάζουν σημαντικές διακρίσεις. Στην ΕΕ, η διάδοση πληροφοριών σχετικά με τις ανακλήσεις τροφίμων και τις συμβουλές για τη δημόσια υγεία σε όλες τις χώρες μέλη πραγματοποιείται μέσω της πύλης Rapid Alert System for Food and Feed. Η πλατφόρμα αυτή επιτρέπει τη διάδοση κοινοποιήσεων που προσδιορίζουν τον τύπο και την κατηγορία του ανακληθέντος προϊόντος, καθώς και τον αιτιολογικό παράγοντα ή τον κίνδυνο που εμπλέκεται. Ωστόσο, είναι σημαντικό να

σημειωθεί ότι το σύστημα δεν παρέχει πρόσθετες λεπτομέρειες σχετικά με τις συγκεκριμένες μάρκες που επηρεάζονται ή τις ποσότητες των επηρεαζόμενων παρτίδων που έχουν κατασχεθεί ή παρακρατηθεί (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

### 3.2.3 Στάδιο λιανικής πώλησης και τελικής κατανάλωσης

Το στάδιο της λιανικής πώλησης, το οποίο περιλαμβάνει διάφορες δραστηριότητες, σηματοδοτεί το τέλος της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων και οι ενέργειες που αναλαμβάνουν οι λιανοπωλητές και οι τάσεις που παρατηρούνται στις πωλήσεις τροφίμων συνδέονται στενά με τη συμπεριφορά των καταναλωτών και τις απαιτήσεις τους (Faour-Klingbeil and Todd, 2020). Στην εικόνα 3.1 απεικονίζεται η σπατάλη τροφίμων που θα μπορούσε να αποφευχθεί στην Ε.Ε. ανά στάδιο της αλυσίδας τροφίμων και ανά βρώσιμο προϊόν και διακρίνεται πως το μεγαλύτερο μέρος της σπατάλης αυτής προέρχεται από τα στάδια λιανικής πώλησης και κυρίως το στάδιο τελικής κατανάλωσης στα νοικοκυριά (ICF, 2018).



**Εικόνα 3.1: Σπατάλη τροφίμων που θα μπορούσε να αποφευχθεί στην Ε.Ε. ανά στάδιο της αλυσίδας τροφίμων και ανά βρώσιμο προϊόν (ICF, 2018)**

Οι έμποροι λιανικής πώλησης, ιδίως οι μεγαλύτεροι στις ανεπτυγμένες χώρες, τείνουν να υιοθετούν αυστηρά πρότυπα για να προστατεύσουν την επιχειρηματική τους



φήμη και να ικανοποιήσουν τη ζήτηση των πελατών για προϊόντα υψηλής ποιότητας. Ωστόσο, τα πρότυπα αυτά συχνά εστιάζουν υπερβολικά στην εμφάνιση του προϊόντος, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σημαντικός όγκος αποβλήτων τροφίμων (FAO, 2018). Προβλήματα όπως οι αστοχίες στην ψυκτική αλυσίδα, η μη συμμόρφωση με τους κανονισμούς για την ασφάλεια των τροφίμων, η λανθασμένη επισήμανση από τους προμηθευτές, ακόμη και η απόρριψη τροφίμων στη λιανική λόγω πιθανών κινδύνων για την υγεία των καταναλωτών συμβάλλουν σε αυτή τη σπατάλη. Πρόσφατα, ο Βουλγαρικός Οργανισμός Ασφάλειας Τροφίμων αναγκάστηκε να καταστρέψει πάνω από 30 τόνους τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων ζωικών και μη ζωικών προϊόντων, 210 αυγά και 606 λίτρα αναψυκτικών, λόγω ακατάλληλης αποθήκευσης, λανθασμένης επισήμανσης ή παρέλευσης των ημερομηνιών λήξης (Novinite, 2018).

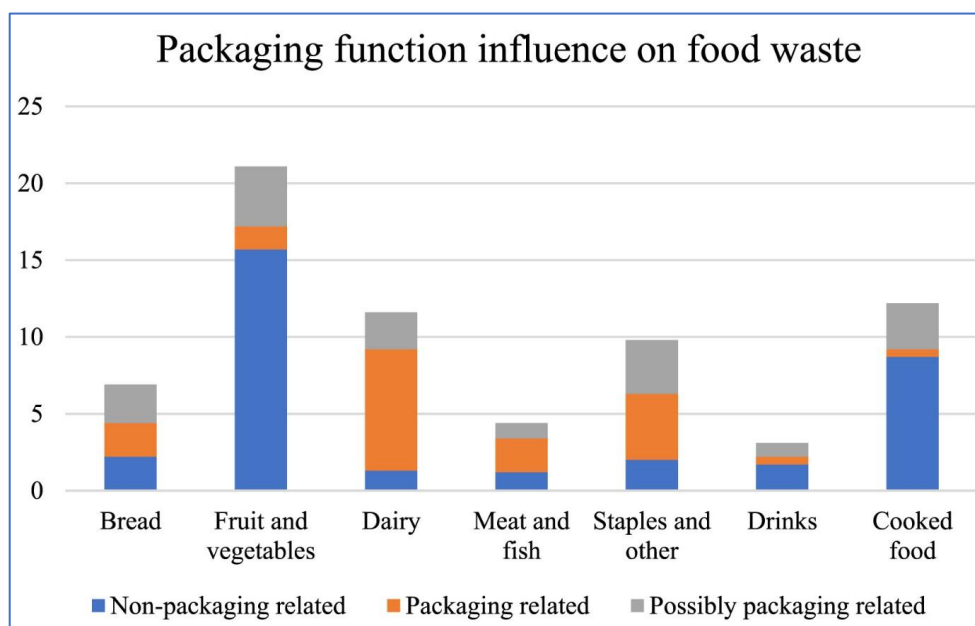
Οι έμποροι λιανικής πώλησης αντιμετωπίζουν το δύσκολο έργο της διαχείρισης και πώλησης ειδών που είναι ευπαθή και έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής στο ράφι. Αυτό συμβαίνει επειδή θέλουν να αποφύγουν τη διατήρηση μεγάλων ποσοτήτων αποθεμάτων στις αποθήκες, καθώς αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μικρότερη διάρκεια ζωής για τον καταναλωτή ή ακόμη και σε αλλοίωση των προϊόντων. Μια πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη σε λιανοπωλητές στις ΗΠΑ διαπίστωσε ότι το 72,5% του κρέατος και των θαλασσινών, καθώς και ένα επιπλέον 12,7%, καταγράφηκαν ως απώλειες λόγω αλλοίωσης των τροφίμων και φθοράς της συσκευασίας (Brady, 2017). Το μεγαλύτερο μέρος της σπατάλης τροφίμων σε επίπεδο χονδρικής προέρχεται από ευπαθή προϊόντα με μικρή διάρκεια ζωής, καθώς πρέπει να παραληφθούν, να πωληθούν και να εξαχθούν εντός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος προκειμένου να πωληθούν σε επίπεδο λιανικής. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η εμφάνιση αλλοίωσης του προϊόντος μπορεί να αποδοθεί σε ανεπαρκή ποιοτικό έλεγχο και πρακτικές χειρισμού (Wang and Li, 2012). Επιπλέον, οι υπερβολικά εκτεταμένες περίοδοι αποθήκευσης μπορεί να προκύψουν από ανακριβείς προβλέψεις, χαμηλή ζήτηση και αναποτελεσματική διαχείριση του αποθέματος (Parfitt et al., 2010). Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να συμβάλουν στην υποβάθμιση και τη σπατάλη των προϊόντων, οδηγώντας σε οικονομικές απώλειες για τις επιχειρήσεις.

Τα φρέσκα προϊόντα έχουν την τάση να αλλοιώνονται γρήγορα, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να πωληθούν και να πρέπει να απορριφθούν. Το ζήτημα αυτό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στο επίπεδο της λιανικής πώλησης στις αναπτυσσόμενες χώρες,

όπου οι υποβαθμισμένες αγορές χονδρικής πώλησης και οι κακές πρακτικές χειρισμού συμβάλλουν στην ταχεία αλλοίωση των νωπών προϊόντων. Τα προβλήματα αυτά επιδεινώνονται σε περιοχές με υψηλότερες θερμοκρασίες καθώς δημιουργείται ένα περιβάλλον όπου οι μικροοργανισμοί μπορούν να αναπτυχθούν και να καταστήσουν τα τρόφιμα ακατάλληλα για κατανάλωση ή εμπόριο. Αυτό όχι μόνο αυξάνει τον κίνδυνο για την ασφάλεια των τροφίμων, αλλά συμβάλλει και στο πρόβλημα της σπατάλης τροφίμων (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Σε ατομικό επίπεδο νοικοκυριού, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που συμβάλλουν στην σπατάλη τροφίμων. Σε αυτούς περιλαμβάνονται κακές πρακτικές οικιακής οικονομίας, όπως η προετοιμασία άσκοπα μεγάλων μερίδων και η απόρριψη των περισσευμάτων. Η περιορισμένη γνώση της κατάλληλης αποθήκευσης και του ελέγχου της θερμοκρασίας παίζει επίσης ρόλο, όπως και ο κακός προγραμματισμός και η μη έγκαιρη χρήση των τροφίμων (Exodus Market Research, 2006). Ένας άλλος παράγοντας που συμβάλλει στη σπατάλη τροφίμων είναι η περιορισμένη γνώση των καταναλωτών για την ασφάλεια των τροφίμων. Αυτή η έλλειψη κατανόησης διαστρεβλώνει τις αντιλήψεις για τους κινδύνους που συνδέονται με τις τροφογενείς ασθένειες, γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί σε υπερβολικές ανησυχίες. Κατά συνέπεια, τα άτομα τείνουν να προτιμούν τα φρέσκα τρόφιμα και παραβλέπουν τις δυνατότητες αξιοποίησης απολύτως ασφαλών αλλά ελαφρώς παλαιότερων τροφίμων (Neff et al., 2015). Το 2009, το Πρόγραμμα Δράσης για τα Απόβλητα και τους Πόρους (WRAP) διεξήγαγε μια μελέτη που αποκάλυψε τον συγκλονιστικό όγκο των απορριμμάτων τροφίμων στα νοικοκυριά του Ηνωμένου Βασιλείου, αγγίζοντας σε κόστος τα περίπου 4,8 δισεκατομμύρια λίρες. Επιπλέον, ένα σημαντικό ποσό ύψους 6,7 δισεκατομμυρίων λιρών αποδόθηκε σε χαλασμένα και ληγμένα προϊόντα. Τα ευρήματα αυτά υπογραμμίζουν τις οικονομικές επιπτώσεις της σπατάλης τροφίμων σε επίπεδο νοικοκυριού (WRAP, 2009). Επιπρόσθετα, η συσκευασία των τροφίμων φαίνεται πως διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οικιακή σπατάλη τροφίμων. Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στην εικόνα 3.2 αναδεικνύουν τη σημαντική επίδραση της συσκευασίας στην ποσότητα των απορριμμάτων τροφίμων που παρατηρείται σε διάφορες κατηγορίες, όπως το ψωμί, τα γαλακτοκομικά, το κρέας και τα ψάρια, καθώς και τα βασικά και άλλα είδη διατροφής. Η ανακάλυψη αυτή δείχνει έντονα ότι υπάρχει σημαντική ευκαιρία για

μείωση των αποβλήτων με τη βελτίωση του σχεδιασμού της συσκευασίας ειδικά σε αυτές τις κατηγορίες τροφίμων (Williams et al., 2020).



**Εικόνα 3.2: Συνολική σπατάλη ανά κατηγορία τροφίμων που συνδέονται με τη συσκευασία (Williams et al., 2020)**

Συμπερασματικά, διάφοροι παράγοντες σε επίπεδο νοικοκυριού συμβάλλουν στη σπατάλη τροφίμων, που όμως δύναται να αποτραπεί και είναι ζωτικής σημασίας να αντιμετωπιστούν οι κακές πρακτικές οικιακής οικονομίας, να βελτιωθούν οι γνώσεις σχετικά με την κατάλληλη αποθήκευση και τον έλεγχο της θερμοκρασίας και να ενθαρρυνθεί ο καλύτερος σχεδιασμός για τη μείωση των οικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων της σπατάλης τροφίμων. Επιπλέον, η αύξηση της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων μπορεί να συμβάλει στον μετριασμό των υπερβολικών ανησυχιών και να ενθαρρύνει τη χρήση απόλυτα ασφαλών αλλά παλαιότερων τροφίμων (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Ένα μείζον ζήτημα τόσο στο λιανικό εμπόριο όσο και στους καταναλωτές είναι η σπατάλη βρώσιμων τροφίμων, κυρίως λόγω της σύγχυσης που επικρατεί γύρω από τις ημερομηνίες λήξης (Lipinski et al., 2013) και έχει διαπιστωθεί πως το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στα νοικοκυριά με υψηλότερο εισόδημα (Qi and Roe, 2016). Σύμφωνα με τους κανονισμούς της ΕΕ, τα είδη διατροφής πρέπει να αναγράφουν είτε την ημερομηνία ανάλωσης κατά προτίμηση είτε την ημερομηνία λήξης. Ωστόσο, είναι

ζωτικής σημασίας να γίνει κατανοητό ότι οι δύο αυτές ετικέτες υποδηλώνουν διαφορετικές έννοιες. Η ημερομηνία ανάλωσης κατά προτίμηση υποδηλώνει την περίοδο εντός της οποίας το τρόφιμο αναμένεται να διατηρήσει την ποιότητά του, ενώ η ημερομηνία λήξης υποδηλώνει την περίοδο εντός της οποίας το τρόφιμο μπορεί να καταναλωθεί με ασφάλεια. Κατά συνέπεια, σύμφωνα με τους κανονισμούς της ΕΕ, δεν απαγορεύεται η προώθηση και πώληση τροφίμων μετά την ημερομηνία ανάλωσης, αρκεί να παραμένουν ασφαλή για κατανάλωση και η οπτική τους εικόνα να μη δημιουργεί λανθασμένες εντυπώσεις περί αλλοίωσης (ERPS, 2015). Ωστόσο, η ημερομηνία λήξης είναι ένας κρίσιμος δείκτης για την ασφάλεια των τροφίμων, ιδίως για τα ευπαθή προϊόντα υψηλού κινδύνου, όπως τα φρέσκα ψάρια, το κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Σε μια μελέτη που διεξήχθη στην καταναλωτική αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ, 2012), διαπιστώθηκε ότι μόνο το 36% των καταναλωτών κατανόησε σωστά τη σημασία της ημερομηνίας λήξης και το 40% δυσκολεύτηκε να κατανοήσει τις ετικέτες στο πλαίσιο εθελοντικών συστημάτων επισήμανσης τροφίμων. Επιπλέον, σημαντικός αριθμός καταναλωτών θεώρησε ότι τα λογότυπα και τα σύμβολα στις εν λόγω ετικέτες προκαλούσαν σύγχυση ή ενθάρρυναν τη σπατάλη βρώσιμων τροφίμων. Αυτή η έλλειψη κατανόησης και η σύγχυση γύρω από τους όρους της επισήμανσης έχει ως αποτέλεσμα να πετιούνται τρόφιμα αξίας άνω των 10 δισεκατομμυρίων λιρών από τα νοικοκυριά του Ηνωμένου Βασιλείου κάθε χρόνο (House of Commons, 2017). Παρομοίως, στην Αυστρία, ανακαλύφθηκε ότι πάνω από το ένα τέταρτο των απορριπτόμενων τροφίμων από τα καταστήματα λιανικής πώλησης ήταν ακόμη απολύτως ασφαλή για κατανάλωση, παρά το γεγονός ότι είχαν παρέλθει ημερομηνίες ανάλωσης κατά προτίμηση ή λήξης. Αυτά τα δεδομένα υποδεικνύουν ότι μια σημαντική ποσότητα τροφής σπαταλάται, με περίπου 1,3% των γαλακτοκομικών προϊόντων, 2,8% του ψωμιού και των αρτοσκευασμάτων και 4,2% των φρούτων και των λαχανικών να χάνονται (Lebersorger and Schneider, 2014).

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, υπάρχει μια τάση πρόωρης απόρριψης βρώσιμων τροφίμων λόγω παρανόησης της ημερομηνίας λήξης στην ετικέτα και ανησυχιών για την ασφάλεια των τροφίμων (Qi and Roe, 2016). Σύμφωνα με μια έρευνα, το 65% των ανθρώπων απορρίπτουν τρόφιμα λόγω φόβων για τροφική δηλητηρίαση και λόγω της προτίμησης για κατανάλωση των πιο φρέσκων διαθέσιμων τροφίμων. Επιπλέον, σχεδόν το 70% των ατόμων πιστεύει ότι η απόρριψη τροφίμων μετά την παρέλευση της

ημερομηνίας που αναγράφεται στην ετικέτα μειώνει τον κίνδυνο τροφογενών ασθeneιών, ενώ σχεδόν το 60% συμφωνεί ότι κάποια σπατάλη τροφίμων είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η φρεσκάδα των γευμάτων. Είναι συγκλονιστικό ότι έχει υπολογιστεί ότι ετησίως σπαταλούνται τρόφιμα αξίας 165 δισεκατομμυρίων δολαρίων λόγω των ανεπαρκώς ρυθμιζόμενων και συχνά παρερμηνευόμενων όρων όπως η ημερομηνία ανάλωσης κατά προτίμηση και λήξης (Gunders, 2012).

Το ζήτημα της επισήμανσης των προϊόντων με ετικέτες οδηγεί σε τεράστιο όγκο αποβλήτων και αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω λόγω των εξελίξεων στην τεχνολογία επεξεργασίας και της αυξανόμενης ζήτησης τόσο από τη βιομηχανία τροφίμων όσο και από τους καταναλωτές. Επιπλέον, ορισμένοι κανονισμοί εμποδίζουν τα εστιατόρια και άλλες εγκαταστάσεις να σερβίρουν περισσεύματα, όπως βούτυρο, ψωμάκια και γάλα, με αποτέλεσμα την απόρριψη μη καταναλωθέντων τροφίμων. Αυτή η διαδικασία διάθεσης συνεπάγεται σημαντικό οικονομικό κόστος, συμπεριλαμβανομένων των χρεώσεων από τις εταιρείες διαχείρισης αποβλήτων για τη συλλογή των πλεοναζόντων τροφίμων και των τελών για τη χρήση χώρων υγειονομικής ταφής (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

### **3.3 Σπατάλη τροφίμων λόγω φαινομένων απάτης και νοθείας τροφίμων**

Η εμφάνιση σκόπιμων ενεργειών από ανθρώπους για την εισαγωγή κινδύνων στα τρόφιμα αυξάνεται συνεχώς και η συμπεριφορά αυτή αναφέρεται συνήθως ως απάτη τροφίμων ή νοθεία με οικονομικά κίνητρα (Everstine et al., 2013). Παρόλο που η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν παρέχει συγκεκριμένο ορισμό της απάτης τροφίμων, είναι γενικά κατανοητό ότι πρόκειται για άτομα που νοθεύουν σκόπιμα τα τρόφιμα, αγνοώντας τους κανονισμούς για την ασφάλεια των τροφίμων και κρύβοντας τα πλαστά προϊόντα τους εντός της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων για παράνομα οικονομικά οφέλη, αυξάνοντας την εν τέλει τη σπατάλη τροφίμων (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Όταν τα τρόφιμα αλλοιώνονται σκόπιμα και αυτό αποτελεί απειλή για την ασφάλεια των τροφίμων και την υγεία των καταναλωτών, θεωρείται απάτη τροφίμων. Μια μελέτη που διεξήχθη στην Κίνα (Zhang and Xue, 2016) εξέτασε συνολικά 1553 αναφορές των μέσων ενημέρωσης σχετικά με περιστατικά σκανδάλων ασφάλειας τροφίμων και εντόπισε οκτώ διαφορετικούς τύπους απάτης τροφίμων (Πίνακας 3). Ο

πρώτος και ο τέταρτος τύπος απάτης κρίθηκαν ιδιαίτερα επικίνδυνοι, καθώς όχι μόνο έθεταν σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία αλλά οδηγούσαν και σε σπατάλη τροφίμων. Αυτοί οι δύο τύποι απάτης αντιπροσώπευαν το 31,04% και το 30,46% των περιπτώσεων που μελετήθηκαν στην Κίνα, αντίστοιχα. Είναι ενδιαφέρον ότι ένα σημαντικό μέρος (35,87%) των νοθευτικών ουσιών που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτές τις περιπτώσεις ήταν πρόσθετα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που απαγορεύονται αυστηρά (23,23%), όπως για παράδειγμα φορμαλδεΐδη, νιτρώδη, μελαμίνη, εκχύλισμα βοδινού κρέατος, κλενβουτερόλη και διοξείδιο του θείου (Zhang and Xue, 2016).

### Πίνακας 3: Τύποι και περιγραφές της απάτης στα τρόφιμα

#### Τύποι απάτης στα τρόφιμα

1. Σκόπιμη διανομή μολυσμένων προϊόντων: Το προϊόν πωλείται παρά την τροφική μόλυνση.
2. Πλαστά αθέμιτη επισήμανση ενός προϊόντος ως επώνυμου προϊόντος: προϊόν από μη εξουσιοδοτημένο μέρος.
3. Υποκατάσταση: Πλήρης αντικατάσταση ενός τρόφιμου/συστατικού με ένα εναλλακτικό προϊόν/συστατικό τροφίμων.
4. Τεχνητή ενίσχυση: Η προσθήκη μη εγκεκριμένου χημικού πρόσθετου σε τεχνητή ενίσχυση της ποιότητας ή άλλων χαρακτηριστικών.
5. Λανθασμένη επισήμανση: Σκόπιμη παραποίηση της ποιότητας ή των τεχνικών συγκομιδής ή επεξεργασίας.
6. Αραίωση: Μερική αντικατάσταση ενός αυθεντικού τρόφιμου/συστατικού με ένα εναλλακτικό τρόφιμο/συστατικό για την αύξηση του συνολικού βάρους ή όγκου.
7. Μεταφόρτωση/κάλυψη προέλευσης: Παραποίηση της γεωγραφικής προέλευσης ενός προϊόντος με ψευδείς τελωνειακές δηλώσεις ή εσφαλμένη επισήμανση στο λιανικό εμπόριο.
8. Κλοπή και μεταπώληση: Η κλοπή ενός προϊόντος διατροφής και η μεταπώληση μέσω μη εγκεκριμένων καναλιών.

Πηγή: Zhang and Xue, 2016

## **Κεφάλαιο 4: Τρέχουσες και νέες μέθοδοι για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων**

### **4.1 Μέτρα για την καταπολέμηση του ζητήματος της σπατάλης τροφίμων**

Προκειμένου να διασφαλιστεί η παραγωγή ασφαλών τροφίμων και να ελαχιστοποιηθεί η σπατάλη, είναι επιτακτική ανάγκη να εφαρμόζονται προληπτικά μέτρα και να τηρούνται οι κανονισμοί για την ασφάλεια των τροφίμων. Παρ' όλα αυτά, η βιομηχανία τροφίμων έχει προοδευτικά εξελιχθεί σε μια παγκόσμια οντότητα, οδηγώντας σε περίπλοκα συστήματα τροφίμων που θέτουν νέα και πιο σύνθετα ζητήματα ασφάλειας τροφίμων και δημιουργούν απόβλητα που μπορούν ωστόσο να αποφευχθούν (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των αναπτυσσόμενων και των αναπτυγμένων χωρών όσον αφορά στη φύση και την ποσότητα των αποβλήτων τροφίμων, καθώς και το σημείο της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων όπου εμφανίζονται τα απόβλητα. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η προσφορά τροφίμων δεν είναι τόσο άφθονη και η αγοραστική δύναμη των καταναλωτών δεν είναι αρκετά ισχυρή ώστε να δημιουργηθεί σημαντική σπατάλη τροφίμων σε επίπεδο καταναλωτή, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με την κατάσταση στις ανεπτυγμένες κοινωνίες (Jellil et al., 2018). Η ανεπαρκής και εύθραυστη υποδομή στις αρχικές φάσεις της παραγωγής τροφίμων αναγνωρίζεται ευρέως ως πρωταρχικός παράγοντας που συμβάλλει στη σημαντική σπατάλη και τις απώλειες τροφίμων. Είναι γεγονός πως σε περιοχές όπως η Ασία, η υποσαχάρια Αφρική και η Βόρεια Αφρική, οι απώλειες που συμβαίνουν κατά τα στάδια μετά τη συγκομιδή και τη μεταποίηση κυμαίνονται από 39% έως 48%, ενώ στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και την Ωκεανία, οι απώλειες αυτές είναι συγκριτικά χαμηλότερες και κυμαίνονται από 21% έως 23% (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

#### **4.1.1. Μέτρα κατά την αποθήκευση των τροφίμων**

Έχουν εφαρμοστεί διεθνώς σημαντικά μέτρα για την καταπολέμηση του ζητήματος των απωλειών που συμβαίνουν στα αρχικά στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού και για την προστασία των καλλιεργειών από τη μόλυνση με μυκοτοξίνες, ιδίως την αφλατοξίνη, η οποία αποτελεί κύρια αιτία επισιτιστικής ανασφάλειας σε πολλές περιοχές

σε όλο τον κόσμο (Udomkun et al., 2017). Οι Bradford et al. (2018) πρότειναν ότι οι ερευνητικές προσπάθειες θα πρέπει να κατευθυνθούν προς τη βελτίωση των συνθηκών αποθήκευσης. Αυτό περιλαμβάνει τη ρύθμιση της περιεκτικότητας των προϊόντων σε υγρασία για να διασφαλιστεί η διατήρηση των μη ευπαθών τροφίμων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, αποτρέποντας έτσι την ανάπτυξη μυκήτων και την προσβολή από έντομα, ιδίως σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από υψηλή σχετική υγρασία. Παραδοσιακά, τα είδη τροφίμων που είναι ευπαθή στην υγρασία συνήθως διατηρούνται σε δοχεία που είναι κατασκευασμένα από υλικά όπως ξύλο, μπαμπού, ψάθα ή λάσπη. Αυτά τα δοχεία συχνά καλύπτονται είτε με ψάθα είτε με μεταλλικά φύλλα στέγης για να παρέχουν προστασία. Σε μια μελέτη που διεξήχθη από τους Waliyar et al. (2015), προτάθηκε ότι η διαδικασία της αφυδάτωσης αυτών των αγαθών αρχικά (ξηρή αλυσίδα) δύναται να προλαμβάνει την ανάπτυξη μυκήτων στα τρόφιμα. Ωστόσο, σε πιο υγρές συνθήκες, ενδέχεται να είναι απαραίτητες πρόσθετες μέθοδοι ξήρανσης, όπως αυτές που χρησιμοποιούν αποξηραντικά, λόγω των μοναδικών πλεονεκτημάτων τους (Waliyar et al., 2015).

Τον τελευταίο καιρό, υπάρχει μια αυξανόμενη αποδοχή των μεταλλικών ή τσιμεντένιων κάδων ως βιώσιμων εναλλακτικών λύσεων στις συμβατικές πρακτικές αποθήκευσης. Αυτή η αλλαγή στην προτίμηση οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των προσπαθειών του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) για την ανάδειξη του θετικού αντίκτυπου της βελτιωμένης αποθήκευσης στη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι η παροχή 45.000 μικρών μεταλλικών δοχείων αποθήκευσης σιτηρών από τον FAO, η οποία οδήγησε σε σημαντική μείωση της απώλειας τροφίμων (WRI, 2013). Παρ' όλα αυτά, είναι ζωτικής σημασίας να διερευνηθούν εναλλακτικές λύσεις που μπορούν να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ των οφελών της βελτιωμένης αποθήκευσης και των οικονομικών περιορισμών που αντιμετωπίζουν οι παραγωγοί στις χώρες με χαμηλότερο εισόδημα. Είναι γεγονός πως παρά τα προφανή οφέλη της χρήσης μεταλλικών δοχείων αποθήκευσης, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι αυτά μπορεί να μην είναι εύκολα προσβάσιμα στους παραγωγούς σε χώρες με χαμηλότερο εισόδημα, κυρίως λόγω του υπέρογκου κόστους τους. Αυτό το οικονομικό εμπόδιο αποτελεί σημαντική πρόκληση για τους παραγωγούς που ήδη αγωνίζονται με περιορισμένους πόρους και σφιχτούς προϋπολογισμούς. Ως αποτέλεσμα, τα δυνητικά πλεονεκτήματα της χρήσης μεταλλικών ή τσιμεντένιων κάδων για σκοπούς



αποθήκευσης μπορεί να παραμείνουν σε μεγάλο βαθμό ανεκμετάλλευτα σε αυτές τις περιοχές (Waliyar et al., 2015).

#### **4.1.2. Διαχείριση της μόλυνσης τροφίμων από αφλατοξίνη**

Στις ανεπτυγμένες χώρες έχουν εφαρμοστεί μέτρα για τον έλεγχο και τη ρύθμιση των επιπέδων αφλατοξίνης, προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος έκθεσης των καταναλωτών σε μολυσμένα προϊόντα. Για τη διαχείριση της απειλής της μόλυνσης των τροφίμων με αφλατοξίνη έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία διάφορες καινοτόμες λύσεις.

Οι λύσεις αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση της τεχνολογίας βιολογικού ελέγχου, η οποία περιλαμβάνει τη χρήση μη τοξικών στελεχών του *Aspergillus flavus* για τον ανταγωνισμό και τον αποκλεισμό των στελεχών που παράγουν τοξίνες (Alaniz Zanon et al., 2016).

Επιπλέον, η τεχνολογία διαλογής που χρησιμοποιεί τεχνικές επεξεργασίας εικόνας μέσω υπολογιστή, η επεξεργασία με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ο υποκαπνισμός με όζον, οι χημικοί παράγοντες ελέγχου και τα εξειδικευμένα υλικά συσκευασίας έχουν δείξει ότι υπόσχονται να μετριάσουν τη μόλυνση από αφλατοξίνη (Waliyar et al., 2015). Ωστόσο, η ευρεία εφαρμογή αυτών των λύσεων μπορεί να παρεμποδίζεται από παράγοντες όπως το υψηλό κόστος και οι υφιστάμενες θεσμικές πολιτικές (Udomkun et al., 2017).

#### **4.1.3. Πρωτοβουλίες για τη μείωση απορριπτόμενων τροφίμων**

Σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχει σημαντικό πρόβλημα με τα απορρίμματα τροφίμων και έχει υπολογιστεί πως μόνο στις Η.Π.Α απορριπτόμενα τρόφιμα αξίας περίπου 160 δισεκατομμυρίων δολαρίων καταλήγουν σε χωματερές κάθε χρόνο (Gunders, 2012). Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτή η τεράστια σπατάλη, έχουν δημιουργηθεί τόσο δημόσιες όσο και ιδιωτικές πρωτοβουλίες διεθνώς. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι η πρωτοβουλία "Stop Wasting Food" στη Δανία, η οποία αποσκοπεί στην εκπαίδευση των καταναλωτών σε έξυπνες πρακτικές αγορών για την πρόληψη της υπερκατανάλωσης τροφίμων και της σπατάλης. Επιπλέον, η πρωτοβουλία επικεντρώνεται επίσης στη βελτίωση της επισήμανσης των προσυσκευασμένων τροφίμων. Ομοίως, στο Ηνωμένο Βασίλειο, ένας οργανισμός που ονομάζεται WRAP ενθαρρύνει κορυφαίους λιανοπωλητές, ιδιοκτήτες εμπορικών σημάτων και τις αλυσίδες εφοδιασμού τους να

συνεργαστούν για να βρουν αποτελεσματικούς τρόπους να μειώσουν την ποσότητα των αποβλήτων τροφίμων και συσκευασιών που καταλήγουν τελικά στα οικιακά απορρίμματα και στις χωματερές (WRAP, 2011, 2015).

#### **4.1.4. Δωρεές τροφίμων ως μέθοδος για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων**

Οι δωρεές τροφίμων χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές χώρες ως αποτελεσματική μέθοδος για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων και την ενίσχυση της ανάκτησης των πλεοναζόντων τροφίμων. Παρά το γεγονός ότι η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης επιτρέπει τη δωρεά τροφίμων που έχουν υπερβεί τη βέλτιστη ημερομηνία ανάλωσής τους, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι δωρητές τροφίμων ταξινομούνται ως "υπεύθυνοι επιχειρήσεων τροφίμων" με αποτέλεσμα να υπόκεινται στους κανονισμούς της ΕΕ για την ασφάλεια των τροφίμων (EC, 2017).

Κατά συνέπεια, είναι ζωτικής σημασίας για τους εν λόγω δωρητές να απέχουν από τη συνεισφορά προϊόντων που ενδέχεται δυνητικά να ενέχουν μικροβιολογικό κίνδυνο. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη στο Βέλγιο, διαπιστώθηκε ότι από τα 72 δείγματα που αναλύθηκαν σε κέντρα δωρεάς, συνολικά 22 δείγματα βρέθηκαν να έχουν επίπεδα ζύμης ή βακτηρίων γαλακτικού οξέος που κρίθηκαν μη αποδεκτά. Επιπλέον, η ίδια μελέτη αποκάλυψε ότι τα έτοιμα προς κατανάλωση τρόφιμα στα συγκεκριμένα κέντρα δωρεάς περιείχαν κατά μέσο όρο ιδιαίτερα υψηλά *L. monocytogenes* και *Enterobacteriaceae* (De Boeck et al., 2017).

Ένα σημαντικό ζήτημα που προκύπτει στο πλαίσιο των μικρών τραπεζών τροφίμων και των φιλανθρωπικών οργανώσεων είναι η έλλειψη ενημέρωσης και κατανόησης των κανονισμών για την υγιεινή των τροφίμων. Οι οργανώσεις αυτές βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε εθελοντές, οι οποίοι συχνά δεν διαθέτουν καμία επίσημη κατάρτιση σε πρακτικές ασφάλειας τροφίμων. Κατά συνέπεια, η δωρεά ευπαθών προϊόντων είναι περιορισμένη και τα πλεονάζοντα τρόφιμα συχνά σπαταλώνται αντί να διατίθενται σε αυτές τις τράπεζες τροφίμων ή τις φιλανθρωπικές οργανώσεις. Η κατάσταση αυτή γίνεται ακόμη πιο έντονη όταν οι οργανώσεις-παραλήπτες δεν έχουν πρόσβαση σε ψυκτικές μεταφορές ή σε επαρκείς εγκαταστάσεις ψυκτικών αποθηκών και καταψύξεων (Faour-Klingbeil and Todd, 2020). Σε μελέτη του De

Boeck et al. (2017), οι προκλήσεις αυτές αναδείχθηκαν ως σημαντικά εμπόδια στην αποτελεσματική διανομή των πλεοναζόντων τροφίμων σε όσους έχουν ανάγκη.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τη δωρεά τροφίμων, προκειμένου να βοηθήσει τόσο τους δωρητές όσο και τους παραλήπτες των πλεοναζόντων τροφίμων να διασφαλίσουν ότι συμμορφώνονται με τις απαραίτητες απαιτήσεις που περιγράφονται στη νομοθεσία της ΕΕ, οι οποίες περιλαμβάνουν πτυχές όπως η ασφάλεια των τροφίμων και η υγιεινή των τροφίμων. Οι κατευθυντήριες γραμμές χρησιμεύουν ως σημείο αναφοράς για τις ρυθμιστικές αρχές των κρατών μελών της ΕΕ κατά τη δημιουργία των δικών τους εθνικών οδηγιών και κανόνων σχετικά με την αναδιανομή των πλεονασματικών τροφίμων. Αυτή η εναρμόνιση της ερμηνείας και της προσέγγισης σε ολόκληρη την ΕΕ αποσκοπεί στον εξορθολογισμό της διαδικασίας δωρεάς τροφίμων και στη διασφάλιση της συνέπειας στη συμμόρφωση με τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς. Οι κατευθυντήριες γραμμές που εξέδωσε η ΕΕ το 2017 διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διευκόλυνση της αποτελεσματικής και αποδοτικής αναδιανομής των πλεοναζόντων τροφίμων, συμβάλλοντας τελικά στις προσπάθειες για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων και την αντιμετώπιση της επισιτιστικής ανασφάλειας στην ΕΕ (EC, 2017, Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

#### **4.1.5. Διασφάλιση γνησιότητας, ιχνηλασιμότητας και καταπολέμηση απάτης στα τρόφιμα**

Η διασφάλιση της γνησιότητας και της ιχνηλασιμότητας των τροφίμων είναι υψίστης σημασίας όταν πρόκειται για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Με τη δυνατότητα γρήγορου εντοπισμού και παρακολούθησης των προϊόντων που έχουν μολυνθεί σκόπιμα ή τυχαία, μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε την ποσότητα των νοθευμένων τροφίμων που κυκλοφορούν και να αυξήσουμε την αποτελεσματικότητα των ανακλήσεων. Ωστόσο, ο στόχος αυτός δεν είναι πάντα εύκολο να επιτευχθεί, ιδίως όταν οι ενδιαφερόμενοι φορείς διστάζουν να αναλάβουν δράση ή να συνεργαστούν σε ανακλήσεις τροφίμων. Επιπλέον, όταν πρόκειται για σκόπιμα νοθευμένα τρόφιμα, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν ασυνήθιστα προϊόντα ή συστατικά, το έργο γίνεται ακόμη πιο δύσκολο. (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Η δημιουργία του Δικτύου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την καταπολέμηση της απάτης στα τρόφιμα προέκυψε ως απάντηση στο σκάνδαλο με το κρέας αλόγου που

σημειώθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από εκπροσώπους τόσο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής όσο και όλων των κρατών μελών της ΕΕ, οι οποίοι συνεργάζονται για να διασφαλίσουν την αποτελεσματική διασυνοριακή συνεργασία (food.ec.europa.eu, n.d.). Για την περαιτέρω ενίσχυση αυτής της συνεργασίας, το 2015 αναπτύχθηκε το σύστημα διοικητικής συνδρομής και συνεργασίας (ΣΔΣ). Το σύστημα αυτό επιτρέπει την άμεση ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των μελών του δικτύου σχετικά με περιστατικά διασυνοριακής απάτης. Επιπλέον, η πρωτοβουλία "Καλύτερη κατάρτιση για ασφαλέστερα τρόφιμα" προσφέρει εξειδικευμένη κατάρτιση σε επιθεωρητές τροφίμων, αστυνομικούς, τελωνειακούς υπαλλήλους και δικαστικές αρχές σε χώρες της ΕΕ. Μέσω αυτής της πρωτοβουλίας, οι συμμετέχοντες λαμβάνουν τακτικές ενημερώσεις σχετικά με νέες μεθόδους έρευνας και τεχνικές ελέγχου που σχετίζονται ειδικά με την απάτη στα τρόφιμα. Επιπρόσθετα, οι συμμετέχοντες στη βιομηχανία τροφίμων που ανήκουν στα συστήματα της Παγκόσμιας Πρωτοβουλίας για την Ασφάλεια των Τροφίμων (GFSI) και δραστηριοποιούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση τηρούν τις κατευθυντήριες γραμμές της GFSI προκειμένου να μετριάσουν αποτελεσματικά τους πιθανούς κινδύνους που συνδέονται με την απάτη στα τρόφιμα. Για να πληρούν τα πρότυπα GFSI, τα άτομα αυτά υποχρεούνται να διεξάγουν μια ολοκληρωμένη και καλά τεκμηριωμένη αξιολόγηση της ευαισθησίας τους στην απάτη στα τρόφιμα, καθώς και να αναπτύσσουν και να εφαρμόζουν μια στιβαρή στρατηγική που αποσκοπεί στην πρόληψη τέτοιων δόλιων δραστηριοτήτων (Faour-Klingbeil and Todd, 2020).

Η εμφάνιση της τεχνολογίας blockchain παρέχει μια πρωτοποριακή λύση για την ενίσχυση των μέτρων ασφάλειας τροφίμων και υιοθετείται σταδιακά από τη βιομηχανία τροφίμων ως ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για τον μετριασμό της απάτης στα τρόφιμα και την ελαχιστοποίηση της σπατάλης τροφίμων (Nakamoto, 2009). Η τεχνολογία blockchain αποτελεί ένα ψηφιακό σύστημα τήρησης αρχείων που καταγράφει και αποθηκεύει με ασφάλεια λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις αποστολές και παρακολουθεί το ιστορικό και την κατάσταση των προϊόντων σε κάθε βήμα της αλυσίδας εφοδιασμού. Αυτή η πρωτοποριακή τεχνολογία επιτρέπει τον εντοπισμό των τροφίμων σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που όχι μόνο ενισχύει την ακρίβεια αλλά και ελαχιστοποιεί τη σπατάλη τροφίμων. Το βασικό πλεονέκτημα του blockchain είναι ο εξαιρετικά αξιόπιστος και ανθεκτικός στην παραποίηση χαρακτήρας του, καθιστώντας σχεδόν αδύνατη τη χειραγώγηση των δεδομένων. Παρόλο που το

blockchain έχει ήδη δοκιμαστεί σε περιορισμένες πιλοτικές μελέτες που επικεντρώνονται στην αλυσίδα εφοδιασμού και την ιχνηλασιμότητα, βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, καθώς παρά τις μεγάλες δυνατότητές του, υπάρχουν ακόμα προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν. Το σημαντικότερο εμπόδιο έγκειται στη διασφάλιση της ενεργού συμμετοχής όλων των ενδιαφερομένων μερών που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων και στην επιτυχή ψηφιοποίηση των πληροφοριών (IBM, 2016). Η υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας στην παγκόσμια αγορά τροφίμων θα μπορούσε να διαδραματίσει ζωτικό ρόλο στο μέλλον, όχι μόνο ελαχιστοποιώντας τη σπατάλη, αλλά και μειώνοντας τους κινδύνους για την ασφάλεια των τροφίμων.

#### **4.2 Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας για την Εκτίμηση Κινδύνου (QMSRA)**

Ενώ η ποσοτική εκτίμηση μικροβιακού κινδύνου (QMRA) έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την κατανόηση των κινδύνων που σχετίζονται με τις τροφογενείς ασθένειες, η εφαρμογή της στο πλαίσιο της αλλοίωσης των τροφίμων είναι ακόμη σχετικά νέα. Παρ' όλα αυτά, τα τελευταία χρόνια, έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για τις δυνατότητες της ποσοτικής εκτίμησης κινδύνου μικροβιακής αλλοίωσης ώστε να ενισχύσει την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών προσεγγίσεων διαχείρισης με στόχο τη μείωση της αλλοίωσης των τροφίμων, την παράταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων και τελικά τη μείωση της παγκόσμιας σπατάλης τροφίμων σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA, 2020).

Πρωταρχικός στόχος της εκτίμησης κινδύνου είναι η αξιολόγηση και η αποτελεσματική αντιμετώπιση του κινδύνου που συνδέεται με την παρουσία μικροβιακών παραγόντων στα τρόφιμα. Ωστόσο, ένα Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας για την Εκτίμηση Κινδύνου (QMSRA) υπερβαίνει αυτό το στόχο, καθώς στοχεύει στην αξιολόγηση όχι μόνο της ανάπτυξης του συγκεκριμένου μικροοργανισμού που προκαλεί αλλοίωση, αλλά και της μεταβολικής του δραστηριότητας που οδηγεί σε αλλοίωση. Αυτό το ολοκληρωμένο πλαίσιο λαμβάνει υπόψη διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και τα επίπεδα οξυγόνου που επηρεάζουν την αντίδραση ανάπτυξης του μικροοργανισμού αλλοίωσης. Επιπλέον, ενσωματώνει μοντέλα πρόβλεψης για τον προσδιορισμό των συνθηκών που μπορεί να οδηγήσουν στην ανάπτυξη ανεπιθύμητων γεύσεων, οσμών και υφών στο τρόφιμο. Επιπρόσθετα,

λαμβάνει επίσης υπόψη την πιθανότητα απόρριψης του τροφίμου από τον καταναλωτή με βάση την προσωπική του αντίληψη της αλλοίωσης. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση παρέχει μια πιο εμπειριστατωμένη κατανόηση των πιθανών κινδύνων αλλοίωσης που σχετίζονται με τα τρόφιμα (Koutsoumanis et al., 2021).

Αρκετές μελέτες έχουν διεξαγάγει εκτεταμένες QMSRA για διαφορετικούς συνδυασμούς μικροοργανισμών που μολύνουν τα τρόφιμα, παρά τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους. Η πρωταρχική εστίαση αυτών των εκτιμήσεων κινδύνου ήταν η ποσοτικοποίηση του κινδύνου αλλοίωσης που σχετίζεται με μούχλες όπως η *A. fischeri* στον παστεριωμένο πουρέ φράουλας, η *A. niger* στο γιαούρτι και άλλες μούχλες στο ψωμί. Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί εκτιμήσεις κινδύνου για βακτηριακούς παράγοντες αλλοίωσης όπως ο *Geobacillus stearothermophilus* σε κονσερβοποιημένα πράσινα φασόλια και ψωμί, ενώ έχουν επίσης διεξαχθεί αξιολογήσεις για παθογόνους παράγοντες που ευθύνονται για τα απόβλητα τροφίμων, όπως το *Clostridium botulinum* στο παστεριωμένο γάλα και ο *Bacillus cereus* στο ψωμί (Karanth et al., 2023).

Ωστόσο, αυτά τα περιστατικά είναι σπάνια και μόλις πρόσφατα, το 2021, έγινε διαθέσιμο ένα τυποποιημένο πλαίσιο για την QMSRA (Koutsoumanis et al., 2021). Η QMSRA μπορεί να είναι ιδιαίτερα επωφελής στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς επιτρέπει στους παραγωγούς και τους μεταποιητές να καθορίσουν προκαθορισμένους στόχους ποιότητας και να εφαρμόσουν αποτελεσματικά μέτρα ελέγχου για την ελαχιστοποίηση των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την αλλοίωση, μειώνοντας τελικά τη σπατάλη τροφίμων (Koutsoumanis et al., 2016). Με τη χρήση μοντέλων QMSRA, καθίσταται δυνατή η προσομοίωση διαφόρων υποθετικών καταστάσεων με την προσαρμογή της σύνθεσης του προϊόντος, των συνθηκών επεξεργασίας και αποθήκευσης και των επιλογών συσκευασίας. Αυτές οι προσομοιώσεις μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των επιπτώσεων στην ανάπτυξη και τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών που προκαλούν αλλοίωση. Εάν οι μεταποιητές τροφίμων και οι λιανοπωλητές ενσωματώσουν αυτά τα μοντέλα στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, θα μπορούσαν να βελτιώσουν σημαντικά τις τρέχουσες εμπειρικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τους διευθυντές της βιομηχανίας τροφίμων. Συγκεκριμένα, τα μοντέλα αυτά θα μπορούσαν να βοηθήσουν στον προσδιορισμό των ημερομηνιών ανάλωσης έως και λήξης, ελαχιστοποιώντας αποτελεσματικά τη σπατάλη τροφίμων τόσο σε επίπεδο λιανικής πώλησης όσο και σε

επίπεδο καταναλωτών. Αυτή η δυνητική υιοθέτηση προηγμένων μοντέλων υπόσχεται σημαντική επανάσταση στην προσέγγιση της βιομηχανίας για τη μείωση της σπατάλης τροφίμων (Koutsoumanis et al., 2021).

#### **4.3 Τεχνολογίες αισθητήρων και έξυπνη συσκευασία**

Η σπατάλη τροφίμων αποτελεί σημαντικό πρόβλημα σε όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων του λιανικού εμπορίου, των υπηρεσιών τροφίμων και των καταναλωτών. Ωστόσο, τα απόβλητα που σχετίζονται με τον καταναλωτή είναι αυτά που συνεισφέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό. Το γεγονός αυτό αναδεικνύει την ανάγκη για νέες τεχνολογίες που μπορούν να εντοπίζουν και να μειώνουν δυνητικά τα απορρίμματα τροφίμων. Είναι γεγονός πως η συσκευασία των τροφίμων εξυπηρετεί πολλαπλούς σκοπούς, όπως η παροχή σημαντικών πληροφοριών στους καταναλωτές, η διασφάλιση της ασφάλειας και ποιότητας των τροφίμων ενώ επίσης βοηθά στη μείωση της ενζυμικής και μικροβιακής δραστηριότητας, στον περιορισμό της έκθεσης στην ατμόσφαιρα και στην παράταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων. Ειδικότερα, οι ενεργές και έξυπνες τεχνολογίες συσκευασίας έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά τα απόβλητα τροφίμων (Royatos-Racionero et al., 2018).

Σύμφωνα με τους κανονισμούς που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση με τον κανονισμό EC/450/2009, ως ευφυή υλικά συσκευασίας ορίζονται εκείνα που είναι ικανά να παρακολουθούν και να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των τροφίμων που συσκευάζονται ή το περιβάλλον στο οποίο αποθηκεύονται (Royatos-Racionero et al., 2018). Παραδοσιακά, αυτοί οι τύποι συσκευασίας στηρίζονταν στη χρήση διαφόρων χημικών δεικτών ή επικαλύψεων προκειμένου να επικοινωνούν αποτελεσματικά τα χαρακτηριστικά του τροφίμου στον μεταποιητή, τον έμπορο λιανικής πώλησης ή τον καταναλωτή. Για παράδειγμα, ο χημικός δείκτης μπορεί να αλληλεπιδράσει με διάφορα συστατικά που υπάρχουν στο τρόφιμο ή με τα αέρια που απελευθερώνονται από αυτό, ή ακόμη και με το περιβάλλον αποθήκευσης, με αποτέλεσμα μια ορατή απόκριση, όπως η αλλαγή του χρώματος του δείκτη. Αυτή η ορατή απόκριση χρησιμεύει στη συνέχεια ως ένδειξη της τρέχουσας κατάστασης ή της ποιότητας του εν λόγω τροφίμου (Karanth et al., 2023).

Τον τελευταίο καιρό, υπάρχει μια αυξανόμενη ώθηση προς τη χρήση πιο προηγμένων δεικτών στην έξυπνη συσκευασία. Αυτοί οι δείκτες περιλαμβάνουν τεχνολογίες όπως η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID), οι δείκτες χρόνου-θερμοκρασίας (TTI), οι δείκτες φρεσκάδας, οι χρωμογόνοι αισθητήρες και τα παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS). Η χρήση τους γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη, καθώς διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων, στη διευκόλυνση της γρήγορης επικοινωνίας και στη βελτίωση των μεθόδων μεταφοράς, παρέχοντας ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με τη διάρκεια ζωής (Raak et al., 2017).

Οι ετικέτες RFID έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στον εντοπισμό και την ταυτοποίηση των προϊόντων, γεγονός που οδηγεί σε βελτιωμένη ιχνηλασιμότητα των προϊόντων, αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποθεμάτων και εξορθολογισμό των διαδικασιών της αλυσίδας εφοδιασμού (Lee and Rahman, 2014). Στα πλεονεκτήματα των ετικετών RFID ανήκει η ικανότητά τους να αποθηκεύουν διάφορους τύπους πληροφοριών, όπως η προέλευση του προϊόντος, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και οι ημερομηνίες λήξης, οι οποίες μπορούν να διασφαλίσουν τη συμμόρφωση με τους κυβερνητικούς κανονισμούς που σχετίζονται με την ιχνηλασιμότητα των τροφίμων, καθώς και την ανάλυση κινδύνων και τη διαχείριση της ψυκτικής αλυσίδας για ευπαθή τρόφιμα, όπως τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, τα κατεψυγμένα ψάρια και τα μαλακά τυριά. Επιπλέον, οι ετικέτες RFID επιτρέπουν την ταχεία και ακριβή ανταλλαγή σημαντικών πληροφοριών μεταξύ των εμπορικών εταιρών, διευκολύνοντας την απρόσκοπτη συνεργασία στην αλυσίδα εφοδιασμού (Karanth et al., 2023).

Πολλές εταιρείες διεθνώς έχουν χρησιμοποιήσει με επιτυχία την τεχνολογία RFID για να βελτιώσουν διάφορες πτυχές των λειτουργιών τους, όπως η διασφάλιση της ιχνηλασιμότητας, η βελτίωση της διαχείρισης της ψυκτικής αλυσίδας, η αποτελεσματική διαχείριση της ζήτησης και ο γρήγορος εντοπισμός προϊόντων που μπορεί να έχουν μολυνθεί ή αλλοιωθεί, αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας RFID στην επίτευξη των στόχων τους (Littman, 2022). Ωστόσο, ενώ έχουν υπάρξει επιτυχημένες εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στη βιομηχανία τροφίμων, η ευρεία υιοθέτησή της παρεμποδίζεται από διάφορους παράγοντες. Σε αυτούς περιλαμβάνονται το υψηλό κόστος κεφαλαίου, η έλλειψη εσωτερικής τεχνογνωσίας, οι ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο των δεδομένων και η αβεβαιότητα όσον αφορά τα πρότυπα χρήσης και τους κανονισμούς. Υπάρχει, επίσης, αβεβαιότητα όσον αφορά τις κατευθυντήριες



γραμμές και τις απαιτήσεις για τη χρήση των συστημάτων RFID, γεγονός που δυσκολεύει τις εταιρείες να αναπτύξουν συνεπείς πρακτικές και να διασφαλίσουν τη συμμόρφωση. Χωρίς τυποποιημένα πρότυπα και κανονισμούς χρήσης, οι εταιρείες μπορεί να διστάζουν να επενδύσουν στην τεχνολογία RFID, καθώς φοβούνται πιθανούς νομικούς και λειτουργικούς κινδύνους. Η υπέρβαση αυτών των προκλήσεων είναι πολύ σημαντική ώστε να μπορέσουν να αξιοποιηθούν πλήρως τα δυνητικά οφέλη που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία RFID στη βιομηχανία τροφίμων (Attaran, 2012).

Οι Δείκτες Χρόνου Θερμοκρασίας (ΤΤΙ) αποτελούν προηγμένα και αποτελεσματικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας διαφόρων τροφίμων, με κύρια έμφαση στα τρόφιμα ψυγείου και στα κατεψυγμένα τρόφιμα. Οι εν λόγω δείκτες είναι γνωστοί για την εξαιρετική τους αποτελεσματικότητα και τη φιλική προς το χρήστη λειτουργία τους, με αποτέλεσμα να υιοθετούνται ευρέως στον κλάδο. Οι ΤΤΙ διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανίχνευση και τον εντοπισμό μιας σειράς μεταβολών στα τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών, χημικών, ενζυματικών και μικροβιακών μεταβολών. Αυτό το ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης έχει αποκτήσει σημαντική δημοτικότητα σε εμπορικές εγκαταστάσεις λόγω της ικανότητάς του να παρέχει σαφείς οπτικές ενδείξεις, επιτρέποντας τη γρήγορη και ακριβή αξιολόγηση των επιπέδων ποιότητας και φρεσκάδας (Royatos-Racionero et al., 2018).

Ωστόσο, υπάρχουν επίσης ορισμένα μειονεκτήματα που συνδέονται με αυτές τις τεχνολογίες. Για παράδειγμα, ένα πιθανό μειονέκτημα είναι η εμφάνιση αυθόρμητης ενεργοποίησης των χημικών ουσιών, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων. Επιπλέον, η ενζυμική αστάθεια μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα, ενώ υπάρχει επίσης ο κίνδυνος διαρροής χημικών ουσιών στο προϊόν τροφίμων. Τα ζητήματα αυτά έχουν επισημανθεί σε πρόσφατες μελέτες που διεξήχθησαν από τους Lin et al. (2021) και Ye et al. (2021). Επιπλέον, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών μπορεί να μην είναι οικονομικά αποδοτική, καθώς πολλοί από τους διαθέσιμους σήμερα δείκτες θερμοκρασίας χρόνου (ΤΤΙ) δεν είναι επαναχρησιμοποιήσιμοι (Karanth et al., 2023).

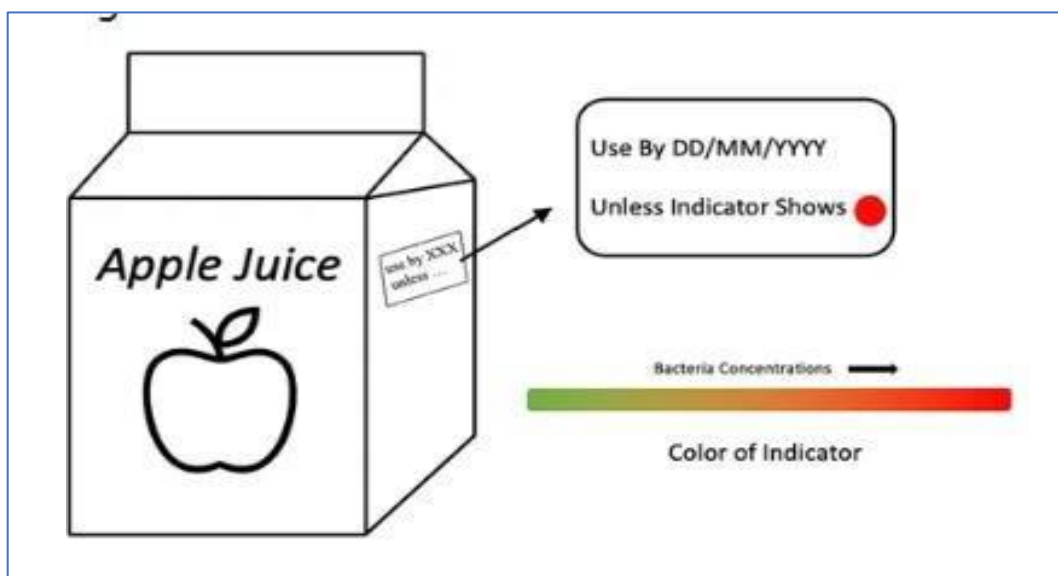
Συνεχίζοντας, οι δείκτες φρεσκάδας είναι ένα είδος ευφυούς τεχνολογίας που έχει τη δυνατότητα να προσδιορίζει αποτελεσματικά τη φρεσκάδα και την ποιότητα διαφόρων ειδών διατροφής. Αυτοί οι δείκτες έχουν σχεδιαστεί για να ανιχνεύουν και να

σηματοδοτούν ειδικά οποιεσδήποτε χημικές μεταβολές που μπορεί να προκύψουν στα τρόφιμα κατά τη διάρκεια της περιόδου αποθήκευσης. Οι μεταβολές αυτές περιλαμβάνουν μεταβολές στα επίπεδα μεταβολιτών όπως η γλυκόζη, τα οργανικά οξέα, το διοξείδιο του άνθρακα, οι αμίνες, οι πτητικές ενώσεις του αζώτου ή τα παράγωγα του θείου. Οι αλλαγές αυτές χρησιμεύουν ως πιθανοί δείκτες μικροβιακής ανάπτυξης εντός του προϊόντος διατροφής. Σε μελέτη των Arvanitoyannis and Stratakos (2012), έχει καταδειχθεί η χρησιμότητα και η αποτελεσματικότητα των δεικτών φρεσκάδας στον προσδιορισμό της ποιότητας διαφόρων τροφίμων.

Σημαντικός όγκος έρευνας έχει αφιερωθεί στη μελέτη δεικτών φρεσκάδας, όπως το ToxinGuard και το SensorQ, και στην αποτελεσματικότητά τους στη μείωση των απορριμμάτων που προκαλούνται από την αλλοίωση. Ωστόσο, επί του παρόντος υπάρχει μόνο ένας περιορισμένος αριθμός αυτών των δεικτών που διατίθενται για εμπορική χρήση, με παραδείγματα όπως το RipeSense®. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι περισσότερες από αυτές τις τεχνολογίες ανίχνευσης έχουν σχεδιαστεί ειδικά για εφαρμογή σε τρόφιμα που συσκευάζονται με τη χρήση τεχνολογίας συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας. Αυτή η τεχνική συσκευασίας αναπτύχθηκε αρχικά με στόχο την παράταση της διάρκειας ζωής των τροφίμων και τη μείωση της μικροβιακής δραστηριότητας. Παρόλα αυτά, η χρήση αυτών των αισθητήρων σε εμπορικές εγκαταστάσεις εξακολουθεί να είναι ασυνήθιστη. Το ζήτημα αυτό θα μπορούσε ενδεχομένως να επιλυθεί μέσω εκτεταμένης και ενδεδειγμένης εξέτασης της ασφάλειάς τους, ιδίως για τους δείκτες που χρησιμοποιούν χημικά στοιχεία. Επιπλέον, η εφαρμογή ενισχυμένων ρυθμιστικών μέτρων είναι απαραίτητη για την έγκριση της εμπορικής τους χρήσης και η διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας για τη διερεύνηση της ενσωμάτωσης οικονομικά αποδοτικών υλικών στην κατασκευή αυτών των αισθητήρων θα ήταν επωφελής (Karanth et al., 2023).

Νέες έρευνες έχουν δείξει ότι η ενσωμάτωση τεχνικών ευφυούς συσκευασίας με ετικέτες ημερομηνίας τροφίμων (εικόνα 4.1), θα μπορούσε να αποτελέσει μια επιτυχημένη προσέγγιση για την παροχή επικαιροποιημένων πληροφοριών στους καταναλωτές σχετικά με την ποιότητα και την ασφάλεια των τροφίμων. Η καινοτομία αυτή έχει τη δυνατότητα να μειώσει σημαντικά τη σπατάλη τροφίμων σε επίπεδο καταναλωτών. Επιπρόσθετα, με την ενσωμάτωση δεικτών χρόνου-θερμοκρασίας (ΤΤΙ) στις ετικέτες ημερομηνίας τροφίμων, καθίσταται δυνατή η ακριβής εκτίμηση της εναπομένουσας διάρκειας ζωής ενός προϊόντος χωρίς να καταστραφεί (Newsome, 2014).

Οι έξυπνες ετικέτες ευαίσθητες σε αέρια, οι οποίες περιλαμβάνουν έξυπνες ετικέτες ευαίσθητες σε οξυγόνο, CO<sub>2</sub> και πτητικές ενώσεις, έχουν μελετηθεί εκτενώς και έχουν δείξει πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στην παροχή ενημερωμένων πληροφοριών σχετικά με την ατμόσφαιρα που περιβάλλει τα προϊόντα τροφίμων. Αξιοσημείωτες ερευνητικές μελέτες που διεξήχθησαν από τους Wang et al. (2019) και Nironsak et al. (2020), έχουν αναφέρει την επιτυχή εφαρμογή αυτών των ετικετών. Με την ενσωμάτωση έξυπνων ετικετών ευαίσθητων στα αέρια με τις παραδοσιακές ετικέτες ημερομηνίας, παρόμοιες με τις ετικέτες δείκτη χρόνου-θερμοκρασίας (TTI), είναι δυνατή η αποτελεσματική μείωση της σπατάλης τροφίμων με τη συνεχή παρακολούθηση και την παροχή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την ποιότητα των τροφίμων (Chen et al., 2023).



**Εικόνα 4.1:** Εξελιγμένο σύστημα ετικέτας ημερομηνίας, με παράδειγμα μια έξυπνη ετικέτα δείκτη χρόνου-θερμοκρασίας (TTI) (Karanth et al., 2023)

#### **4.4 Νεότερες εξελίξεις και Μελλοντικές προοπτικές**

Τα τελευταία χρόνια έχουν σημειωθεί εξελίξεις στην ανάπτυξη πολλών καινοτόμων τεχνολογιών στον τομέα της ανίχνευσης και της πρόληψης της αλλοίωσης των τροφίμων. Μια τέτοια τεχνολογία είναι η τεχνολογία απεικόνισης, συγκεκριμένα η υπερφασματική απεικόνιση, η οποία είναι ικανή να αξιολογεί τη φρεσκάδα και την ποιότητα των

τροφίμων χωρίς επεμβατικές διαδικασίες. Αυτή η μη επεμβατική μέθοδος αποδεικνύεται ιδιαίτερα αποτελεσματική στον εντοπισμό τυχόν ενδείξεων αλλοίωσης. Επιπρόσθετα έχουν σημειωθεί εξελίξεις στην ανάπτυξη βιοδιασπώμενων και βρώσιμων επιστρώσεων τροφίμων, όπως το προϊόν Apeel. Αυτές οι επικαλύψεις είναι ειδικά σχεδιασμένες για να επιβραδύνουν τη διαδικασία εξάτμισης του νερού, η οποία αποτελεί σημαντικό παράγοντα που συμβάλλει στην υποβάθμιση των φρούτων και των λαχανικών. Ενώ οι επικαλύψεις αυτές συμβάλλουν στη διατήρηση της υγρασίας, επιτρέπουν επίσης τη φυσική ανταλλαγή αερίων με την ατμόσφαιρα, εξασφαλίζοντας ότι τα προϊόντα παραμένουν φρέσκα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Αυτές οι νέες τεχνολογίες υπόσχονται πολλά στη βιομηχανία τροφίμων, ιδίως όσον αφορά τη διασφάλιση ότι τα προϊόντα θα φτάσουν τόσο στα καταστήματα λιανικής πώλησης όσο και στους καταναλωτές πριν χαλάσουν. Με την εφαρμογή της υπερφασματικής απεικόνισης και τη χρήση βιοδιασπώμενων επιστρώσεων τροφίμων, δύναται να μειωθεί σημαντικά η σπατάλη τροφίμων και να βελτιωθεί η συνολική ποιότητα των τροφίμων (Karanth et al., 2023).

Συνεχίζοντας, η Hazel Technologies εργάζεται επί του παρόντος για την ανάπτυξη του Hazel Endure™, μιας τεχνολογίας που χρησιμοποιεί αντιμικροβιακές ιδιότητες για την καταπολέμηση της αλλοίωσης από μούχλα σε φρούτα όπως τα σταφύλια και τα μούρα (Hazel Technologies, 2023). Στη βιομηχανία κρέατος, έχει επίσης δημιουργηθεί ένα νέο απορροφητικό μαξιλάρι από νανοΐνες, το οποίο περιέχει μια αντιμικροβιακή ουσία που ονομάζεται υδροχλωρική πολυεξαμεθυλενοβιγουανίδα (PHMB) για την πρόληψη της αλλοίωσης του κρέατος. Αυτή η καινοτόμος προσέγγιση συνδυάζει την αντιμικροβιακή τεχνολογία με μια τεχνολογία δείκτη που βασίζεται στην ανθοκυανίνη, καθιστώντας ευκολότερη την αναγνώριση του αλλοιωμένου κρέατος. Εάν εφαρμοστεί επιτυχώς σε εμπορικό περιβάλλον, η μέθοδος αυτή δύναται να συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στη μείωση των αποβλήτων τροφίμων μετά την άφιξή τους στα καταστήματα λιανικής πώλησης (Jiao et al., 2023).

Το Internet of Things (IoT) έχει κερδίσει σημαντική προσοχή από τους ενδιαφερόμενους στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων ως μια αποτελεσματική στρατηγική για την καταπολέμηση της αλλοίωσης και τη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Το IoT χρησιμεύει ως πλατφόρμα που επιτρέπει την απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ έξυπνων συσκευών, διευκολύνοντας την εύκολη ανταλλαγή πληροφοριών σε πολλαπλές

πλατφόρμες (Marjani et al., 2017). Αυτή η καινοτόμος προσέγγιση έχει συγκεντρώσει σημαντικό ενδιαφέρον λόγω της δυνατότητάς της να φέρει επανάσταση στον τρόπο λειτουργίας της βιομηχανίας τροφίμων και να αντιμετωπίσει το πιεστικό ζήτημα της σπατάλης τροφίμων (Karanth et al., 2023). Σε αυτό το πλαίσιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ποικιλία αισθητήρων για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με το προϊόν, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων θερμοκρασίας, υγρασίας, χημικών και οπτικών αισθητήρων. Μόλις συλλεχθούν αυτά τα δεδομένα, μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία με τη χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης, όπως αλγόριθμοι ομαδοποίησης, δέντρα αποφάσεων, μοντέλα παλινδρόμησης και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Αυτά τα μοντέλα επιτρέπουν την παρακολούθηση της ποιότητας των τροφίμων, διασφαλίζοντας ότι τα προϊόντα πληρούν τα απαραίτητα πρότυπα και ότι οι καταναλωτές λαμβάνουν ασφαλή και υψηλής ποιότητας τρόφιμα (Karanth et al., 2023).

Η χρήση της τεχνολογίας στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων επιτρέπει την απόδοση ψηφιακού αποτυπώματος στα προϊόντα τροφίμων. Αυτό το ψηφιακό αποτύπωμα μπορεί να δημιουργηθεί με τη χρήση διαφόρων αισθητήρων, τεχνολογίας GPS ή καμερών. Με τη χρήση αυτών των εργαλείων, μπορούν να συλλεχθούν δεδομένα για το ίδιο το προϊόν, όπως τα επίπεδα υγρασίας, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο και οι μετρήσεις ποιότητας. Επιπλέον, μπορούν να συλλεχθούν δεδομένα για το περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας, σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων, από τη γεωργική παραγωγή έως τον μετασυλλεκτικό χειρισμό, την επεξεργασία, τη μεταφορά και την αποθήκευση (Ahmadzadeh et al., 2023, Vermesan et al., 2022).

Ωστόσο, η υιοθέτηση του IoT στη βιομηχανία τροφίμων παρεμποδίζεται από διάφορες προκλήσεις σε διάφορους τομείς. Αυτές οι προκλήσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τεχνικές, οικονομικές, κοινωνικές, λειτουργικές, εκπαιδευτικές και κυβερνητικές πτυχές. Πρώτον, υπάρχει έλλειψη τεχνικής εμπειρογνωμοσύνης, πράγμα που σημαίνει ότι τα άτομα και οι οργανισμοί μπορεί να μην έχουν τις απαραίτητες γνώσεις για την αποτελεσματική εφαρμογή και χρήση των συστημάτων IoT. Επιπλέον, το υψηλό κόστος κεφαλαίου που συνδέεται με τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου δικτύου αισθητήρων και συσκευών αποτελεί οικονομικό εμπόδιο για πολλές επιχειρήσεις τροφίμων. Επιπλέον, οι κοινωνικές προκλήσεις που σχετίζονται με το απόρρητο και την κοινή χρήση δεδομένων εμποδίζουν επίσης την ευρεία χρήση του IoT στη βιομηχανία

τροφίμων. Επιπρόσθετα, η απουσία τυποποιημένων πρωτοκόλλων και διαύλων επικοινωνίας δημιουργεί λειτουργικές προκλήσεις, καθώς χωρίς καθιερωμένα πρότυπα, οι διάφορες συσκευές IoT ενδέχεται να μην είναι σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους απρόσκοπτα, περιορίζοντας τη συνολική αποτελεσματικότητά τους.

Μια άλλη σημαντική πρόκληση είναι η εκπαιδευτική πτυχή. Οι πάροχοι υπηρεσιών τροφίμων, οι οποίοι είναι συνηθισμένοι στα παραδοσιακά συστήματα, πρέπει να εκπαιδευτούν και να πειστούν για τα οφέλη της μετάβασης σε λύσεις που βασίζονται στο IoT. Ομοίως, το ευρύ κοινό πρέπει επίσης να εκπαιδευτεί σχετικά με τα πλεονεκτήματα του IoT στη βιομηχανία τροφίμων, ώστε να δημιουργηθεί ζήτηση και αποδοχή για αυτές τις τεχνολογίες. Τέλος, οι κυβερνητικές προκλήσεις με τη μορφή της έλλειψης τυποποιημένων κανονισμών εμποδίζουν την υιοθέτηση του IoT στη βιομηχανία τροφίμων. Χωρίς σαφείς κατευθυντήριες γραμμές και κανονισμούς, οι επιχειρήσεις μπορεί να διστάζουν να επενδύσουν σε λύσεις IoT λόγω αβεβαιότητας σχετικά με τη συμμόρφωση και τις νομικές απαιτήσεις (Ahmadzadeh et al., 2023, Karanth et al., 2023).

## Συμπεράσματα – Συζήτηση

Η σπατάλη τροφίμων περιλαμβάνει τόσο την απώλεια τροφίμων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, όσο και την πρόωρη απόρριψη τροφίμων κατάλληλων για κατανάλωση στο επίπεδο του λιανικού εμπορίου και των καταναλωτών και αποτελεί ένα σημαντικό παγκόσμιο ζήτημα, καθώς περίπου το 35% του συνόλου των παραγόμενων τροφίμων σπαταλιέται ετησίως. Μόνο τα οικιακά απορρίμματα αντιπροσωπεύουν περίπου το 42% της συνολικής σπατάλης τροφίμων, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη για παρεμβάσεις σε επίπεδο καταναλωτών.

Η σπατάλη τροφίμων εμφανίζεται σε διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού λόγω παραγόντων όπως η υπερπαραγωγή, τα πρότυπα ποιότητας, οι κλιματολογικές συνθήκες, η αναποτελεσματική συγκομιδή, τα προβλήματα αποθήκευσης, η αναποτελεσματική διαχείριση των αποθεμάτων, η υπερπλήρωση των ραφιών και ο ακατάλληλος χειρισμός από τους καταναλωτές. Οι αιτίες αυτές ποικίλλουν σε διάφορα στάδια, αναδεικνύοντας την πολυπλοκότητα της συνολικής αντιμετώπισης της σπατάλης τροφίμων.

Οι συνέπειες της σπατάλης τροφίμων είναι πολύπλευρες και περιλαμβάνουν περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Από περιβαλλοντική άποψη, τα απορρίμματα τροφίμων συμβάλλουν στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στην υποβάθμιση των πόρων. Κοινωνικά, επιδεινώνουν τα ζητήματα της πείνας και του υποσιτισμού, με σημαντικές ποσότητες ασφαλών, βρώσιμων τροφίμων να απορρίπτονται, ενώ εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από επισιτιστική ανασφάλεια. Από οικονομική άποψη, η σπατάλη τροφίμων έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές οικονομικές απώλειες σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, με αντίκτυπο στους αγρότες, τους μεταποιητές, τους διανομείς και τους λιανοπωλητές και εμποδίζοντας τις εξαγωγικές ευκαιρίες.

Η αλλοίωση των τροφίμων λαμβάνει χώρα σε διάφορα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της πρωτογενούς παραγωγής, της μεταποίησης, του χειρισμού, της συσκευασίας, της αποθήκευσης, της λιανικής πώλησης και της κατανάλωσης και αποτελεί σημαντική αιτία της σπατάλης τροφίμων. Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην αλλοίωση περιλαμβάνουν τη μόλυνση, τις ανεπαρκείς συνθήκες

αποθήκευσης, τη μεταφορά και τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Η αντιμετώπιση της αλλοίωσης των τροφίμων απαιτεί βελτιώσεις στα πρότυπα υγιεινής, στις πρακτικές αποθήκευσης, στην υλικοτεχνική υποδομή μεταφοράς και στην εκπαίδευση των καταναλωτών.

Η συμπεριφορά των καταναλωτών συμβάλλει επίσης σημαντικά στη σπατάλη τροφίμων, η οποία οφείλεται σε παράγοντες όπως η ακατάλληλη αποθήκευση, το μέγεθος των μερίδων, η παρερμηνεία των ετικετών τροφίμων, η έλλειψη σχεδιασμού γευμάτων και οι ανησυχίες τους σχετικά με την ασφάλεια. Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της συμπεριφοράς των καταναλωτών, είναι απαραίτητη η εφαρμογή συγκεκριμένων στρατηγικών που εστιάζουν στην ενίσχυση της κατανόησης των ανθρώπων για τη διατροφή, στην ενθάρρυνση τους να κάνουν υπεύθυνες επιλογές όσον αφορά στην κατανάλωση και στην ελαχιστοποίηση της περιττής σπατάλης.

Η αυξημένη εστίαση στην ασφάλεια των τροφίμων τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει επηρεάσει τους ενδιαφερόμενους φορείς σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς οι πολύπλοκες και εκτεταμένες αλυσίδες τροφίμων δημιουργούν αυξημένους κινδύνους για μόλυνση των τροφίμων. Τα Συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων, όπως το HACCP και το ISO 22000:2018, είναι ζωτικής σημασίας για τον εντοπισμό και τον έλεγχο των κινδύνων σε όλη την αλυσίδα παραγωγής τροφίμων, καθώς τα συστήματα αυτά προσφέρουν οφέλη όπως η ενισχυμένη εμπιστοσύνη των καταναλωτών. Πρωτοβουλίες όπως η Παγκόσμια Πρωτοβουλία για την Ασφάλεια των Τροφίμων (GFSI) εναρμονίζουν τα πρότυπα ασφάλειας τροφίμων διεθνώς, προωθώντας τη συνεχή βελτίωση των ΣΔΑΤ και τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ακεραιότητας του παγκόσμιου εφοδιασμού τροφίμων.

Οι κανονισμοί για την ασφάλεια των τροφίμων διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προστασία των καταναλωτών από επιβλαβείς τροφογενείς ασθένειες. Οι κανονισμοί αυτοί περιλαμβάνουν διάφορες πτυχές, όπως ο χειρισμός, η αποθήκευση, η επισήμανση και οι πρακτικές υγιεινής, με στόχο την πρόληψη της μόλυνσης από βιολογικούς, χημικούς και φυσικούς κινδύνους. Ωστόσο, ενώ οι κανονισμοί για την ασφάλεια των τροφίμων συμβάλλουν στην προστασία των καταναλωτών, έχουν επίσης επιπτώσεις στις απώλειες τροφίμων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Η μη συμμόρφωση με τους κανονισμούς, οι αναποτελεσματικές πολιτικές, η ανεπαρκής υποδομή και η έλλειψη ευαισθητοποίησης μπορούν να οδηγήσουν σε σπατάλες



τροφίμων, ιδίως κατά τα στάδια της μεταφοράς και της κατανάλωσης. Οι απορριφθείσες αποστολές, η ακατάλληλη επισήμανση και τα περιστατικά μόλυνσης συμβάλλουν στην απροσδόκητη σπατάλη και στο οικονομικό κόστος. Επιπρόσθετα, οι ασυνέπειες στην επιβολή των μέτρων μπορούν να εμποδίσουν την αποτελεσματική επικοινωνία και τον έλεγχο των κινδύνων, οδηγώντας σε αυξημένες απώλειες τροφίμων.

Είναι άκρως σημαντική η επίτευξη παγκόσμιας εναρμόνισης των προτύπων ασφάλειας τροφίμων ώστε να αντιμετωπιστεί η σπατάλη τροφίμων. Αυτές οι προσπάθειες εναρμόνισης μπορούν να ελαχιστοποιήσουν τη σπατάλη που προκαλείται από μη συμμορφούμενα προϊόντα, να εξαλείψουν τις καθυστερήσεις στις εισαγωγές τροφίμων και να διασφαλίσουν την ασφάλεια των τροφίμων, μειώνοντας παράλληλα το κόστος. Η συνεργασία μεταξύ των χωρών είναι απαραίτητη για τον εξορθολογισμό των κανονισμών και τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων που διακινούνται διεθνώς.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος της σπατάλης τροφίμων απαιτεί μια πολύπλευρη προσέγγιση που περιλαμβάνει προληπτικά μέτρα, καινοτόμες τεχνολογίες και προσπάθειες συνεργασίας μεταξύ των τομέων. Η βελτίωση των συνθηκών αποθήκευσης, η διαχείριση της μόλυνσης από αφλατοξίνες και η προώθηση της υπεύθυνης κατανάλωσης αποτελούν κρίσιμα βήματα για την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Επιπλέον, πρωτοβουλίες όπως οι δωρεές τροφίμων και τα συστήματα διαχείρισης ποιότητας συμβάλλουν στην αναδιανομή των πλεοναζόντων τροφίμων και στον μετριασμό των κινδύνων που συνδέονται με την αλλοίωση. Η αξιοποίηση των εξελίξεων στις τεχνολογίες αισθητήρων και στις έξυπνες συσκευασίες προσφέρει πολλά υποσχόμενες λύσεις για την παρακολούθηση και την ιχνηλασιμότητα σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή αυτών των στρατηγικών απαιτεί την αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με το κόστος, τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς και τη συνεργασία των ενδιαφερόμενων μερών με ολοκληρωμένο τρόπο.

Εν κατακλείδι, η αντιμετώπιση της σπατάλης τροφίμων απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση με τη συμμετοχή ενδιαφερομένων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των παραγωγών, των μεταποιητών, των λιανοπωλητών, των φορέων χάραξης πολιτικής και των καταναλωτών. Οι προσπάθειες πρέπει να επικεντρωθούν στη μείωση της υπερπαραγωγής, στη βελτίωση των πρακτικών χειρισμού

και αποθήκευσης, στην ενίσχυση της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών και στην εφαρμογή βιώσιμων πολιτικών για τον μετριασμό των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων της σπατάλης τροφίμων. Με τη συλλογική αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, μπορεί να επιτευχθεί σημαντική πρόοδος προς την επίτευξη βιώσιμων συστημάτων τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο.

## Βιβλιογραφία

- Abeliotis, K., Lasaridi, K. and Chroni, C. (2014) 'Attitudes and behaviour of Greek households regarding food waste prevention', *Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 32(3), pp. 237–240. doi:10.1177/0734242X14521681
- Ahmadzadeh, S., Ajmal, T., Ramanathan, R. and Duan, Y. (2023). A Comprehensive Review on Food Waste Reduction Based on IoT and Big Data Technologies. *Sustainability*, [online] 15(4), p.3482. doi:https://doi.org/10.3390/su15043482
- Alaniz Zanon, M. S., Barros, G. G., & Chulze, S. N. (2016). Non-aflatoxigenic *Aspergillus flavus* as potential biocontrol agents to reduce aflatoxin contamination in peanuts harvested in Northern Argentina. *International journal of food microbiology*, 231, 63–68. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.016
- Al-Shabib, N.A., Husain, F.M. and Khan, J.M. (2017). Study on food safety concerns, knowledge and practices among university students in Saudi Arabia. *Food Control*, 73, pp.202–208. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.08.005
- Arvanitoyannis, I.S. and Stratakos, A.Ch. (2012). Application of Modified Atmosphere Packaging and Active/Smart Technologies to Red Meat and Poultry: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 5(5), pp.1423–1446. doi:https://doi.org/10.1007/s11947-012-0803-z
- Asselt, E.D. van, H.J.P. Marvin, P.E. Boon, M. Swanenburg, M. Zeilmaker, M.J.B. Mengelers & H.J. van der Fels-Klerx, (2016). Chemical and physical hazards in the dairy chain. Wageningen, RIKILT Wageningen UR report 2016.003 (University & Research centre).
- Attaran, M. (2012). Critical success factors and challenges of implementing RFID in supply chain management. *Journal of supply chain and operations management*, 10(1), 144-167.
- Awuchi, C.G. (2023). HACCP, quality, and food safety management in food and agricultural systems. *Cogent Food & Agriculture*, [online] 9(1). doi:https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2176280.
- Bartezzaghi, G., Cattani, A., Garrone, P., Melacini, M., & Perego, A. (2022). Food Waste Causes in Fruit and Vegetables Supply Chains. *Transportation Research Procedia*, 67, 118–130. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.12.042>
- Beausang, C., Hall, C., & Toma, L. (2017). Food waste and losses in primary production: Qualitative insights from horticulture. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 177–185. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.042

- Bellu, L.G. (2017) Food losses and waste: Issues and policy options. Global Perspectives Studies | Policy Support and Governance| Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resourcesdetails/en/c/1153217/>
- Bilalis, D.J., Stathis, I., Konstantas, A., & Patsiali, S. (2009). Comparison between HACCP and ISO 22000 in Greek organic food sector. *Journal of Food Agriculture & Environment*, **7**, 237-242.
- Bondi, M., Messi, P., Halami, P. M., Papadopoulou, C., & de Niederhausern, S. (2014). Emerging microbial concerns in food safety and new control measures. *BioMed research international*, 2014, 251512. <https://doi.org/10.1155/2014/251512>
- Bradford, K.J., Dahal, P., Van Asbrouck, J., Kunusoth, K., Bello, P., Thompson, J. and Wu, F. (2018). The dry chain: Reducing postharvest losses and improving food safety in humid climates. *Trends in Food Science & Technology*, **71**, pp.84–93. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.002>.
- Brady, S. (2017). Improving food safety at the source: changing the game in retail beef packaging. *Food Safety Magazine*. Retrieved from <https://www.foodsafetymagazine.com/newsletter/improving-food-safety-at-the-source-changing-the-game-in-retail-beef-packaging/>
- Broxmeyer L. (2004). Is mad cow disease caused by a bacteria?. *Medical hypotheses*, **63**(4), 731–739. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2004.04.013>
- Campoy-Muñoz, P., Cardenete, M. A. and Delgado, M. C. (2017). Economic impact assessment of food waste reduction on European countries through social accounting matrices. *Resources, Conservation and Recycling*, **122** (C), 202–9.
- Chen, B., Zhang, M., Chen, H., Mujumdar, A.S. and Guo, Z. (2023). Progress in smart labels for rapid quality detection of fruit and vegetables: A review. *Postharvest Biology and Technology*, [online] **198**, p.112261. doi:<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112261>
- CDC. (2008). Outbreak of Salmonella serotype Saintpaul infections associated with multiple raw produce items-United States. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2008 Aug 29; **57**(34):929–34.
- Cloke, J. (2016). Food Security and Food Waste. In: Jackson, P., Spiess, W., Sultana, F. (eds) *Eating, Drinking: Surviving*. SpringerBriefs in Global Understanding . Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42468-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42468-2_11)
- Crandall, P.G., Mauromoustakos, A., O’Bryan, C.A., Thompson, K.C., Yiannas, F., Bridges, K. and Francois, C. (2017). Impact of the Global Food Safety Initiative on Food Safety Worldwide: Statistical Analysis of a Survey of International Food Processors. *Journal of Food Protection*, **80**(10), pp.1613–1622. doi:<https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-16-481>.

- CSPI. (2015). Outbreak Alert! 2015, pp. 1–24. Retrieved from <http://cspinet.org/reports/outbreak-alert-2015.pdf>
- Darwish, W. S., Ikenaka, Y., Nakayama, S. M., & Ishizuka, M. (2014). An overview on mycotoxin contamination of foods in Africa. *The Journal of veterinary medical science*, 76(6), 789–797. <https://doi.org/10.1292/jvms.13-0563>
- De Boeck, E., Jacxsens, L., Goubert, H., & Uyttendaele, M. (2017). Ensuring food safety in food donations: Case study of the Belgian donation/acceptation chain. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 100(Pt 2), 137–149. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.046>
- de Moraes, C. C., de Oliveira Costa, F. H., Roberta Pereira, C., da Silva, A. L., & Delai, I. (2020). Retail food waste: mapping causes and reduction practices. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120124. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120124>
- Dousset, X., Jaffre's, E. and Zagorec, M. (2016). *Spoilage: Bacterial Spoilage* (vol. 5). Oxford:Academic Press.
- EC (2012). Consumer market study on the functioning of the meat market for consumers in the European Union. Final Report. EU Custom Research and Coordination Centre (SANCO/2009/B1/010). Retrieved from [http://ec.europa.eu/consumers/archive/consumerresearch/marketstudies/docs/mms\\_follow-up\\_study\\_2012\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/consumers/archive/consumerresearch/marketstudies/docs/mms_follow-up_study_2012_en.pdf)
- EC (2017). EU guidelines on food donation. Retrieved from [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw:eu-actions\\_food-donation\\_eu-guidelines\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw:eu-actions_food-donation_eu-guidelines_en.pdf)
- Ec.europa.eu. (2022). *Food waste and food waste prevention - estimates*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Food\\_waste\\_and\\_food\\_waste\\_prevention\\_-\\_estimates](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Food_waste_and_food_waste_prevention_-_estimates)
- EFSA (2016). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. *EFSA Journal*, 14(12). doi:<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4634>.
- EFSA (2020). Climate change as a driver of emerging risks for food and feed safety, plant, animal health and nutritional quality. *EFSA Supp. Publ.* 17:1881E.
- EPRS (2015). *Best before' date labels. Protecting consumers and limiting food waste*. The European Parliamentary Research Service (EPRS). Retrieved from [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/548990/EPRS\\_BRI\(2015\)548990\\_REV1\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/548990/EPRS_BRI(2015)548990_REV1_EN.pdf)
- Escanciano, C., Santos-Vijande, M.L. (2014). Reasons and constraints to implementing an ISO 22000 food safety management system: Evidence from Spain. *Food Control*, 40, pp.50–57. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.032>

- European Environment Agency (2020) What are the sources of food waste in Europe? — European Environment Agency. Available at: <https://www.eea.europa.eu/media/infographics/wasting-food-1/view>
- Everstine, K., Spink, J., & Kennedy, S. (2013). Economically motivated adulteration (EMA) of food: common characteristics of EMA incidents. *Journal of food protection*, 76(4), 723–735. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-399>
- Exodus Market Research (2006). We don't waste food: a householder survey (EVAPP9), p. 278. Retrieved from [http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Wedontwaste\\_food\\_-\\_A\\_householdsurvey\\_07.db\\_6802f\\_9.639\\_7.pdf](http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Wedontwaste_food_-_A_householdsurvey_07.db_6802f_9.639_7.pdf)
- FAO (2014) Food wastage footprint. Full cost-accounting. Rome: FAO. Available at: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015001538>
- FAO (2014b). Impact of international voluntary standards on smallholder market participation in developing countries – a review of the literature. Rome: FAO, pp.1–104. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3682e.pdf>
- FAO (2014c). Reduction of food losses and waste in Europe and Central Asia for improved food security and agrifood chain efficiency. FAO Regional Office for Europe and Central Asia. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-au844e.pdf>
- FAO (2011). Global food losses and food waste: extent, causes and prevention; study conducted for the International Congress Save Food! at Interpack 2011, [16 - 17 May], Düsseldorf, Germany. International Congress Save Food!, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2018). Key facts on food loss and waste you should know! Retrieved from <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>
- FAO (ed.) (2019) Moving forward on food loss and waste reduction. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (The state of food and agriculture, 2019)
- Faour-Klingbeil, D., Murtada, M., Kuri, V. and Todd, E.C.D. (2016). Understanding the routes of contamination of ready-to-eat vegetables in the Middle East. *Food Control*, 62, pp.125–133. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.10.024>.
- Faour-Klingbeil, D. and Todd, E. (2020). The role of food safety in food waste and losses. *Preventing food losses and waste to achieve food security and sustainability*, pp.187–226. doi:<https://doi.org/10.19103/as.2019.0053.07>.
- Fernández-Segovia, I., Pérez-Llácer, A., Peidro, B. and Fuentes, A. (2014). Implementation of a food safety management system according to ISO 22000 in the food supplement industry: A case study. *Food Control*, 43, pp.28–34. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.042>
- Focker, M., van Asselt, E.D., Berendsen, B.J.A., van de Schans, M.G.M., van Leeuwen, S.P.J., Visser, S.M. and van der Fels-Klerx, H.J. (2022). Review of food safety hazards in

- circular food systems in Europe. *Food Research International*, [online] 158, p.111505. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111505>
- food.ec.europa.eu. (n.d.). The EU Agri-Food Fraud Network - European Commission. [online] Available at: [https://food.ec.europa.eu/safety/eu-agri-food-fraud-network\\_en](https://food.ec.europa.eu/safety/eu-agri-food-fraud-network_en) [Accessed 15 Feb. 2024]
- Freeman, J., Baggio, J. A., Robinson, E., Byers, D. A., Gayo, E., Finley, J. B. and Anderies, J. M. (2018). Synchronization of energy consumption by human societies throughout the Holocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **115**, 9962–7.
- Friman, A., & Hyytiä, N. (2022). The Economic and Welfare Effects of Food Waste Reduction on a Food-Production-Driven Rural Region. *Sustainability*, 14(6), 3632. <https://doi.org/10.3390/su14063632>
- FSIS (2015). FSIS food recalls – USDA Food Safety and Inspection Service. Retrieved from <https://www.fsis.usda.gov/recalls>
- Furlan, M., Morozini, J.F. (2013). Implementation of ISO22000 in a storage unit of a grain cooperative from the midwestregion of Paraná. CEP. 85: 430
- FUSIONS (2016). ‘Estimates of European food waste levels.’ Reducing food waste through social innovation. Διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο: <https://www.eufusions.org/phocadownload/Publications/Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf>
- Gil, L., Ruiz, P., Escrivá, L., Font, G., Manyes, L. (2017). A decade of Food Safety Management System based on ISO 22000: A GLOBAL overview. *Revista de Toxicologia*, **34** (2):84-93.
- GFSI (2011). Enhancing Food Safety Through Third Party Certification. Available at: <https://mygfsi.com/wp-content/uploads/2019/09/Third-Party-Certification-GFSI-White-Paper.pdf>.
- Göbel, C., Langen, N., Blumenthal, A., Teitscheid, P., & Ritter, G. (2015). Cutting Food Waste through Cooperation along the Food Supply Chain. *Sustainability*, 7(2), 1429–1445. <https://doi.org/10.3390/su7021429>
- Grace D. (2015). Food Safety in Low and Middle Income Countries. *International journal of environmental research and public health*, 12(9), 10490–10507. <https://doi.org/10.3390/ijerph120910490>
- Guillier, L., Duret, S., Hoang, H.-M., Flick, D., Nguyen-Thé, C., & Laguerre, O. (2016). Linking food waste prevention, energy consumption and microbial food safety: the next challenge of food policy? *Current Opinion in Food Science*, **12**, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.06.006>
- Gunders, D. (2012) Wasted: How America Is Losing Up to 40 Percent of Its Food from Farm to Fork to Landfill. NRDC Issue Paper, iP:12-06-B.

- Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). Global Food Losses and Food Waste. [https://www.madr.ro/docs/ind\\_alimentara/risipa\\_alimentara/presentation\\_food\\_waste.pdf](https://www.madr.ro/docs/ind_alimentara/risipa_alimentara/presentation_food_waste.pdf)
- Hamilton, C., Denniss, R., & Baker, D. (2005). *Wasteful consumption in Australia*. Australia: The Australia Institute.
- Hammond, S. T., Brown, J. H., Burger, J. R., Flanagan, T. P., Fristoe, T. S., Mercado-Silva, N., Nekola, J. C., & Okie, J. G. (2015). Food Spoilage, Storage, and Transport: Implications for a Sustainable Future. *BioScience*, 65(8), 758–768. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv081>
- Hazel Technologies. (2023). *Products*. Available at: <https://www.hazeltechnologies.com/products>
- Heng, Y., & House, L. (2021). Consumers' perceptions and behavior toward food waste across countries. *International Food and Agribusiness Management Review*, 1–14. <https://doi.org/10.22434/ifamr2020.0198>
- Hensel, K. (2022). Facing the Food Waste Crisis. [www.ift.org. https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2021/december/features/facing-the-food-waste-crisis](https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2021/december/features/facing-the-food-waste-crisis)
- House of Commons. (2017). *Food waste in England. Eighth report of session 2016–17*. House of Commons Environment, Food and Rural. Retrieved from <https://www.publications.parliament.uk/pa/cm201617/cmselect/cmenvfru/429/429.pdf>
- Huang, W.-S., Kuo, H.-Y., Tung, S.-Y., & Chen, H.-S. (2020). Assessing Consumer Preferences for Suboptimal Food: Application of a Choice Experiment in Citrus Fruit Retail. *Foods*, 10(1), 15. <https://doi.org/10.3390/foods10010015>
- IBM (2016). Hyperledger architecture working group. Retrieved from [https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2017/08/Hyperledger\\_Arch\\_WG\\_Paper\\_1\\_Consensus.pdf](https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2017/08/Hyperledger_Arch_WG_Paper_1_Consensus.pdf)
- ICF (2018). Market study on date marking and other information provided on food labels and food waste prevention Final Report. (2018). Available at: [https://food.ec.europa.eu/system/files/2018-07/fw\\_lib\\_srp\\_date-marking.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2018-07/fw_lib_srp_date-marking.pdf)
- Ijabadeniyi, O. A., Debusho, L. K., Vanderlinde, M., & Buys, E. M. (2011). Irrigation Water As A Potential Preharvest Source Of Bacterial Contamination Of Vegetables. *Journal of Food Safety*, 31(4), 452–461. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2011.00321.x>
- ISO Global. (2015). *HACCP*. [online] Available at: <https://isoglobal.com.au/haccp/>.
- Jellil, A., Woolley, E. and Rahimifard, S. (2018). Towards integrating production and consumption to reduce consumer food waste in developed countries. *International Journal of Sustainable Engineering*, 11(5), pp.294–306. doi:<https://doi.org/10.1080/19397038.2018.1428834>.



- Jiao, X., Xie, J., Du, H., Bian, X., Wang, C., Zhou, L. and Wen, Y. (2023). Antibacterial smart absorbent pad with Janus structure for meat preservation. *Food Packaging and Shelf Life*, 37, pp.101066–101066. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101066>.
- Karant, S., Feng, S., Patra, D., & Pradhan, A. K. (2023). Linking microbial contamination to food spoilage and food waste: the role of smart packaging, spoilage risk assessments, and date labeling. 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1198124>
- Kennard, N. J. (2019). Food Waste Management. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals, 1–17. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-69626-3\\_86-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69626-3_86-1)
- Khadka, R. B., Marasini, M., Rawal, R., Gautam, D. M., & Acedo, A. L., Jr (2017). Effects of Variety and Postharvest Handling Practices on Microbial Population at Different Stages of the Value Chain of Fresh Tomato (*Solanum lycopersicum*) in Western Terai of Nepal. *BioMed research international*, 2017, 7148076. <https://doi.org/10.1155/2017/7148076>
- Koutsoumanis, K.P., Lianou, A. and Gougouli, M. (2016). Latest developments in foodborne pathogens modeling. *Current Opinion in Food Science*, 8, pp.89–98. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.04.006>.
- Koutsoumanis, K., Tsaloumi, S., Aspidou, Z., Tassou, C. and Gougouli, M. (2021). Application of Quantitative Microbiological Risk Assessment (QMRA) to food spoilage: Principles and methodology. *Trends in Food Science & Technology*, 114, pp.189–197. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.011>.
- Kovats, S., Menne, B., McMichael, A., Bertollini, R. and Sosalne, C. (2000) *Climate Change and Stratospheric Ozone Depletion. Early Effects on our Health in Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 88. World Health Organization Regional Office, Copenhagen, 43-44. - References - Scientific Research Publishing.* [online] Available at: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1228161>
- Kumar, D., & Kalita, P. (2017). Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries. *Foods (Basel, Switzerland)*, 6(1), 8. <https://doi.org/10.3390/foods6010008>
- Lake, I. R., & Barker, G. C. (2018). Climate Change, Foodborne Pathogens and Illness in Higher-Income Countries. *Current environmental health reports*, 5(1), 187–196. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0189-9>
- Lebersorger, S., & Schneider, F. (2014). Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. *Waste management (New York, N.Y.)*, 34(11), 1911–1919. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.013>
- Lee, S. J., & Rahman, A. M. (2014). Intelligent packaging for food products. In *Innovations in food packaging* (pp. 171-209). Academic Press.

- Lin, C.-X., Hsu, H.-H., Chang, Y.-H., Chen, S.-H., Lin, S.-B., Lou, S.-N. and Chen, H.-H. (2021). Expanding the Applicability of an Innovative Laccase TTI in Intelligent Packaging by Adding an Enzyme Inhibitor to Change Its Coloration Kinetics. *Polymers*, 13(21), pp.3646–3646. doi:<https://doi.org/10.3390/polym13213646>
- Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., Searchinger, T. (2013). Reducing Food Loss and Waste. *Creating a Sustainable Food Future*, (June), 1–40.
- Littman, J. (2022). *Chipotle tests RFID technology to improve food traceability*. Available at: <https://www.supplychaindive.com/news/chipotle-rfid-technology-food-traceability/621516/>
- Lupien J. R. (2005). Food quality and safety: traceability and labeling. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(2), 119–123. <https://doi.org/10.1080/10408690490911774>
- Malavi, D.N., Muzhingi, T. and Abong', G.O. (2018). Good Manufacturing Practices and Microbial Contamination Sources in Orange Fleshed Sweet Potato Puree Processing Plant in Kenya. *International Journal of Food Science*, 2018, pp.1–11. doi:<https://doi.org/10.1155/2018/4093161>
- Marjani, M., Nasaruddin, F., Gani, A., Karim, A., Hashem, I. A. T., Siddiqa, A. (2017). Big IoT data analytics: architecture, opportunities, and open research challenges. *IEEE Access* 5, 5247–5261. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2689040
- Mourad, M. (2015). France moves toward a National Policy against Food Waste. The Natural Resources Defense Council. Retrieved from <https://www.nrdc.org/sites/default/files/france-food-waste-policy-report.pdf>
- Mourougan, S. (2015). Enhancing organisation performance for customer satisfaction and cost effectiveness through integrated management system. *IOSR Journal of Business and Management*, 17(9), 50–65.
- Nakamoto, S. (2009). *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system*. Bitcoin Organization. Retrieved from <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Neff, R. A., Spiker, M. L., & Truant, P. L. (2015). Wasted Food: U.S. Consumers' Reported Awareness, Attitudes, and Behaviors. *PloS one*, 10(6), e0127881. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127881>
- Newsome, R., Balestrini, C.G., Baum, M.D., Corby, J., Fisher, W., Goodburn, K., Labuza, T.P., Prince, G., Thesmar, H.S. and Yiannas, F. (2014). Applications and Perceptions of Date Labeling of Food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), pp.745–769. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12086>
- Niewczas M. (2013). Food Choice Criteria. *Zywnosc-NaukaTechnologia Jakosc*. 20(6) 204-218.
- Niponsak, A., Laohakunjit, N., Kerdchoechuen, O., Wongsawadee, P. and Uthairatanakij, A. (2020). Novel ripeness label based on starch/chitosan incorporated with pH dye

- for indicating eating quality of fresh-cut durian. *Food Control*, 107, p.106785. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106785>
- Novinite. (2018) . *Bulgarian Food Safety Agency: Over 30 Tonnes of Food Confiscated in August*.  
<https://www.novinite.com/articles/192297/Bulgarian+Food+Safety+Agency%3A+Over+30+Tonnes+of+Food+Confiscated+in+August>.
- Oosterveer, P. (2003). *Globalisation and regulation of food risks. A theoretical overview*. [online] Available at: <https://edepot.wur.nl/29579> [Accessed 2 Dec. 2023].
- Panghal, A., Chhikara, N., Sindhu, N. and Jaglan, S. (2018). Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review. *Journal of Food Safety*, 38(4), p.e12464. doi:<https://doi.org/10.1111/jfs.12464>
- Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 3065–3081.  
<https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- Patra, D., Feng, S., & Howard, J. W. (2022). Confusion of food-date label with food safety — implications for food waste. *Current Opinion in Food Science*, 48, 100917.  
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100917>
- Poyatos-Racionero, E., Ros-Lis, J.V., Vivancos, J.-L. and Martínez-Máñez, R. (2018). Recent advances on intelligent packaging as tools to reduce food waste. *Journal of Cleaner Production*, 172, pp.3398–3409. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.075>
- Priya, M., Laly, E., Satyen, S. and Panda, K. (2023). *Overview of ISO 22000:2018 FSMS*. [online] Available at:  
[https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/78405/1/12\\_Overview%20of%20ISO%2022000-2018%20FSMS.pdf](https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/78405/1/12_Overview%20of%20ISO%2022000-2018%20FSMS.pdf)
- Psomas, E.L., Kafetzopoulos, D.P. (2015). HACCP effectiveness between ISO 22000 certified and non-certified dairy companies. *Food Control*, 53, pp.134–139. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.023>.
- Qi, D., Roe, B. E. (2016). Household Food Waste: Multivariate Regression and Principal Components Analyses of Awareness and Attitudes among U.S. Consumers. *PLoS ONE*, 11(7). Διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο:  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159250>
- Raak, N., Symmank, C., Zahn, S., Aschemann-Witzel, J., & Rohm, H. (2017). Processing- and product-related causes for food waste and implications for the food supply chain. *Waste Management*, 61, 461–472. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.027>
- Rahmat, S., Cheong, C.B. and Hamid, M.S.R.B.A. (2016). Challenges of Developing Countries in Complying Quality and Enhancing Standards in Food

- Industries. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 224, pp.445–451.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.418>.
- Raspor, P., Ambrozic, M. (2012). ISO 22000 food safety. In Da-Wen S. (Eds.) *Handbook of food safety engineering* (1st ed., pp. 786–816). Blackwell Publishing.
- Riviere, J. E. and Buckley, G. J. (2012). Committee on Strengthening Core Elements of Regulatory Systems in Developing Countries; Board on Global Health; Board on Health Sciences Policy; Institute of Medicine (Eds). *Ensuring Safe Foods and Medical Products Through Stronger Regulatory Systems Abroad*. Washington DC: National Academies Press (US). Critical Issues. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK201161/> .
- Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L., Jones, J. L., & Griffin, P. M. (2011). Foodborne illness acquired in the United States--major pathogens. *Emerging infectious diseases*, 17(1), 7–15.  
<https://doi.org/10.3201/eid1701.p11101>
- Schuster, M., & Torero, M. (2016). "Reducing food loss and waste," IFPRI book chapters, in: 2016 Global Food Policy Report, chapter 3, pages 22-31, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Seberini, A. (2020). Economic, social and environmental world impacts of food waste on society and Zero waste as a global approach to their elimination. SHS Web of Conferences, 74(03010), 03010. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207403010>
- Semenza, J. C., Herbst, S., Rechenburg, A., Suk, J. E., Höser, C., Schreiber, C., & Kistemann, T. (2012). Climate Change Impact Assessment of Food- and Waterborne Diseases. *Critical reviews in environmental science and technology*, 42(8), 857–890.  
<https://doi.org/10.1080/10643389.2010.534706>
- SGS (2014). Comparing Global Food Safety Initiative (Gfsi) Recognised Standards A Discussion About The Similarities And Differences Between The Requirements Of The Gfsi Benchmarked Food Safety Standards. Available at:  
<https://www.sgs.com/fr/-/media/sgscorp/documents/corporate/white-papers/sgscomparing-gfsi-recognized-standardsa4en14v1.cdn.en.pdf>
- Shan, Y. (2016). Quality and Safety Control during Citrus Processing. *Canned Citrus Processing*, 105–150. doi:10.1016/b978-0-12-804701-9.00004-6
- Sperber, W. H. (2009). Introduction to the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*, 1–40. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1_1)
- Statista (2021). «Annual per capita household food waste of selected countries worldwide as of 2020 (in kilograms per year)». Διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο:  
<https://www.statista.com/statistics/933059/per-capita-food-waste-of-selectedcountries/>

- Stoyanova, A., Marinova, V., Stoilov, D. and Kirechev, D. (2022). Food Safety Management System (FSMS) Model with Application of the PDCA Cycle and Risk Assessment as Requirements of the ISO 22000:2018 Standard. *Standards*, 2(3), pp.329–351. doi:<https://doi.org/10.3390/standards2030023>.
- Swainson, M. (2019). Product control and hazard analysis and critical control point (HACCP) considerations. *Swainson's Handbook of Technical and Quality Management for the Food Manufacturing Sector*, pp.123–163. doi:<https://doi.org/10.1016/b978-1-78242-275-4.00006-x>.
- Toma, L., Revoredo-Giha, C., Costa-Font, M., & Thompson, B. (2020). Food Waste and Food Safety Linkages along the Supply Chain. *EuroChoices*, 19(1), 24–29. <https://doi.org/10.1111/1746-692x.12254>
- Tomaszewska, M., Bilska, B., & Kołożyn-Krajewska, D. (2022). The Influence of Selected Food Safety Practices of Consumers on Food Waste Due to Its Spoilage. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 8144. <https://doi.org/10.3390/ijerph19138144>
- Tsikalakis, G.J. (2019). The Moral dimension of Ecology in Teaching of Nutrition. *Advances in Ecological and Environmental Research* (ISSN 2517-9454 USA), 147- 158.
- Udomkun, P., Wiredu, A. N., Nagle, M., Müller, J., Vanlauwe, B., & Bandyopadhyay, R. (2017). Innovative technologies to manage aflatoxins in foods and feeds and the profitability of application - A review. *Food control*, 76, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.01.008>
- UNEP (2021). Food Waste Index Report 2021. UNEP - UN Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>
- United Nations. (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision; United Nations, Department of Economic Social Affairs, Population Division: New York, NY, USA, 2017. Διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο: <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2017-revision.html>
- United Nations. (2023). The 17 Sustainable Development Goals. United Nations; United Nations. <https://sdgs.un.org/goals>
- USDA (2018). Summary of recall cases in calendar year 2017. United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service. Retrieved from <https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/top/ics/recalls-and-public-health-alerts/recall-summaries>
- Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A., ... & Doody, P. (2022). Internet of things strategic research roadmap. In *Internet of things-global technological and societal trends from smart environments and spaces to green ICT* (pp. 9-52). River Publishers.

- Veselá, L., Králiková, A., & Kubíčková, L. (2023). From the shopping basket to the landfill: Drivers of consumer food waste behaviour. *Waste Management*, **169**, 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.07.002>
- Vos, E. (2000). EU Food Safety Regulation in the Aftermath of the BSE Crisis. *Journal of Consumer Policy*, *23*(3), pp.227–255. doi:<https://doi.org/10.1023/a:1007123502914>.
- Waarfs, Y.R., Eppink, M., Oosterkamp, E.B., Hiller, S.R.C.H., Sluis, A.A. van der and Timmermans, T. (2011). *Reducing food waste; Obstacles experienced in legislation and regulations*. [online] library.wur.nl. Available at: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/414661>.
- Waliyar, F., Umeh, V.C., Traore, A., Osiru, M., Ntare, B.R., Diarra, B., Kodio, O., Vijay Krishna Kumar, K. and Sudini, H. (2015). Prevalence and distribution of aflatoxin contamination in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Mali, West Africa. *Crop Protection*, *70*, pp.1–7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.12.007>.
- Wang, X. and Li, D. (2012). A dynamic product quality evaluation based pricing model for perishable food supply chains. *Omega*, *40*(6), pp.906–917. doi:<https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.02.001>.
- Wang, L.-P., Jin, Z., Luo, T., Ding, Y., Liu, J.-H., Wang, X.-F. and Li, M.-Q. (2019). The detection of ethylene using porous ZnO nanosheets: utility in the determination of fruit ripeness. *New Journal of Chemistry*, *43*(8), pp.3619–3624. doi:<https://doi.org/10.1039/c9nj00031c>
- Watson, M. & Meah, A. (2013). Food, waste and safety: Negotiating conflicting social anxieties into the practices of domestic provisioning. *The Sociological Review*, *60*:S2: 102–120.
- WFP (2013) . Rome-based UN agencies join forces on food losses – news. World Food Programme.
- Willersinn, C., Mack, G., Mouron, P., Keiser, A., & Siegrist, M. (2015). Quantity and quality of food losses along the Swiss potato supply chain: Stepwise investigation and the influence of quality standards on losses. *Waste management (New York, N.Y.)*, *46*, 120–132. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.033>
- Williams, H., Lindström, A., Trischler, J., Wikström, F. and Rowe, Z. (2020). Avoiding food becoming waste in households – The role of packaging in consumers' practices across different food categories. (2020). *Journal of Cleaner Production*, [online] *265*, p.121775. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121775>.
- WRAP (2009). Down the drain: quantification and exploration of food and drink waste disposed of to the sewer by households in the UK. Working paper. WRAP, 56pp. ISBN: 1-84405-431-4. Retrieved from <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Down%20the%20drain%20-%20report.pdf>



- WRAP (2015). Reducing food waste by extending product life final report. Retrieved from <http://www.wrap.org.uk/sites/files>
- WRI (2013). Reducing food loss and waste. World Resources Institute. Retrieved from <https://www.wri.org/publication/reducing-food-loss-and-waste>
- WWF (2020). «Μέτρα για τον περιορισμό των απωλειών τροφίμων». Διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο: <http://contentarchive.wwf.gr/images/pdfs/food-waste-measures.pdf>.
- www.fao.org. (n.d.). *STRENGTHENING NATIONAL FOOD CONTROL SYSTEMS*. [online] Available at: <https://www.fao.org/3/Y8705E/y8705e05.htm>
- www.pqbweb.eu. (n.d.). *ISO 22000 food safety management system requirements, comments*. [online] Available at: <https://www.pqbweb.eu/page-iso-22000-food-safety-management-system-requirements-version-2018.php>
- Ye, B., Chen, J., Ye, H., Zhang, Y., Yang, Q., Yu, H., Fu, L. and Wang, Y. (2021). Development of a time-temperature indicator based on Maillard reaction for visually monitoring the freshness of mackerel. *Food Chemistry*, p.131448. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131448>
- Zero Waste Scotland. (2021). Food waste: The environmental impact | Zero Waste Scotland. [zerowastescotland.org.uk](https://www.zerowastescotland.org.uk). <https://www.zerowastescotland.org.uk/resources/food-waste-environmental-impact>
- Zhang, W. and Xue, J. (2016). Economically motivated food fraud and adulteration in China: An analysis based on 1553 media reports. *Food Control*, 67, pp.192–198. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.03.004>.
- Zimon, D., Domingues, P. (2020). Impact of implementation of ISO 22000 on food safety throughout the supply chain: insights from Poland, Slovakia and Portugal. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 30(4), p.509. doi:<https://doi.org/10.1504/ijpqm.2020.108568>.
- Zona-Mendola (2016). Costco listeria outbreak. Retrieved from <http://www.unsafefoods.com/2016/05/28/costco-listeria-outbreak/>
- Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο (2016). «Καταπολέμηση της σπατάλης τροφίμων: η ΕΕ έχει την ευκαιρία να βελτιώσει την αποδοτικότητα των πόρων της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων.» Διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/foodwaste-34-2016/el/>
- Αμβροσιάδης, Ι. (2005). Εφαρμογή και έλεγχος του Συστήματος HACCP. Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη παιδεία.
- Αρβανιτογιάννης, Ι. (2008). Προγραμματισμός για την Ποιότητα – Διοίκηση της Ποιότητας, Πάτρα: Εκδόσεις ΕΑΡ

