

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Παθογόνοι μικροοργανισμοί σε φρέσκα φρούτα και τροφικές
δηλητηριάσεις στον άνθρωπο με έμφαση τα παιδιά»**

Σλίμπα Δήμητρα

ΒΟΛΟΣ 2025

UNIVERSITY OF THESSALY
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT
DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION



JOINT POSTGRADUATE PROGRAMME
«EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE
ENVIRONMENT»

JOINT POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

**«Pathogenic microorganisms in fresh fruit and food poisoning in
humans with an emphasis on children»**

Slimpa Dimitra

VOLOS 2025

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, 2025. Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) **Φωτεινή Φ. Παρλαπάνη**, Επίκουρος Καθηγήτρια, Μοριακή Μικροβιολογία και Ποιότητα Αλιευτικών Προϊόντων – Τροφίμων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπουσα.***
- 2) **Γεώργιος Δ. Νάνος**, Καθηγητής, Δενδροκομία, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος.***
- 3) **Περσεφόνη Μαλέτσικα**, Επίκουρος Καθηγήτρια, Δενδροκομία – Ελαιοκομία, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος.***

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, κα Παρλαπάνη Φωτεινή για την ανάθεση του θέματος, τη πολύτιμη βοήθεια της κατά τη συλλογή ερευνητικών δεδομένων, αλλά και τη συνεχή καθοδήγηση και στήριξη τόσο στη συγγραφή όσο και στη διόρθωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Νάνο Γεώργιο και κα Μαλέτσικα Περσεφόνη, για τις χρήσιμες παρατηρήσεις τους και τις συμβουλές τους πάνω στη διατριβή αυτή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την υποστήριξη και συμπαράσταση στην ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον σχετικά με τους παθογόνους μικροοργανισμούς σε φρέσκα φρούτα. Οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορούν να επιμολύνουν τα φρέσκα φρούτα σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού και να προκαλέσουν τροφιμογενείς ασθένειες σε ενήλικες και παιδιά. Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας ήταν η σύνθεση δεδομένων ερευνητικών μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν για την ανίχνευση παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα καθώς και τα συναφή περιστατικά τροφικών δηλητηριάσεων που έχουν καταγραφεί στον άνθρωπο με έμφαση τα παιδιά, έτσι ώστε να οδηγήσουν σε ένα συνολικό συμπέρασμα. Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού, πραγματοποιήθηκε συλλογή πληροφοριών από επιστημονικά δημοσιευμένα άρθρα από διεθνείς βάσεις δεδομένων όπως PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, καθώς και δεδομένα οργανισμών όπως του Centers for Disease Control and Prevention. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp. και *Listeria monocytogenes*, είναι οι πιο κοινοί παθογόνοι μικροοργανισμοί σε φρέσκα φρούτα. Τα φρούτα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες απομονώσεις παθογόνων μικροοργανισμών ήταν τα καρπούζι, μήλο, ανανάς, πεπόνι και φράουλα. Οι περισσότερες τροφιμογενείς εξάρσεις των τελευταίων ετών οφείλονται σε στελέχη του *Salmonella*. Αν και τα διαθέσιμα άρθρα ήταν περιορισμένα, εντοπίστηκαν τροφικές δηλητηριάσεις από κατανάλωση φρούτων σε παιδιά ηλικίας 15 ετών και μικρότερα. Συμπερασματικά διαπιστώνεται ότι υπάρχουν αρκετοί παθογόνοι μικροοργανισμοί που βρέθηκαν στα φρούτα και μέσω αυτών μπορούν να επιφέρουν κάποια ασθένεια στον άνθρωπο, τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ: Παθογόνοι μικροοργανισμοί, τροφιμογενή παθογόνα, φρέσκα φρούτα, τροφική δηλητηρίαση, παιδιά.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Θεωρητικό Πλαίσιο	1
1.1.1 Ασφάλεια τροφίμων	1
1.1.2 Σημαντικότητα φρούτων.....	4
1.1.3 Τροφιμογενή παθογόνα και ασθένειες	5
1.1.4 Κυριότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί.....	6
1.1.5 Προέλευση παθογόνων μικροοργανισμών	12
1.1.6 Τρόποι περιορισμού τροφιμογενών μολύνσεων.....	14
1.2. Σκοπός Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.....	16
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	17
2.1 Συλλογή πληροφορίας.....	17
2.2 Επεξεργασία δεδομένων	17
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	18
3.1. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε ήπειρο	18
3.1.1 Αμερική	18
3.1.2 Ευρώπη.....	26
3.1.3 Ασία.....	35
3.1.4 Αφρική.....	46
3.1.5 Αποτελέσματα παγκοσμίως	60
3.2 Συχνότητα εμφάνισης τροφικών δηλητηριάσεων από φρέσκα φρούτα	62
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	70
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78
ABSTRACT	91

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο στην Αμερική.....	21
Γράφημα 2. Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα στην Αμερική	22
Γράφημα 3. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο στην Ευρώπη.	30
Γράφημα 4. Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα στην Ευρώπη.	30
Γράφημα 5. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο στην Ασία..	39
Γράφημα 6. Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα στην Ασία.....	40
Γράφημα 7. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο στην Αφρική.	51
Γράφημα 8. Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα στην Αφρική.....	52
Γράφημα 9. Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα παγκοσμίως.....	60
Γράφημα 10. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο παγκοσμίως.....	61

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα στην Αμερική.....	23
Πίνακας 2. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα στην Ευρώπη.....	31
Πίνακας 3. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα στην Ασία..	41
Πίνακας 4. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα στην Αφρική..	53
Πίνακας 5. Δεδομένα τροφιμογενών ασθενειών και τροφικής δηλητηρίασης που συνδέονταν με φρέσκα φρούτα.....	65
Πίνακας 6. Δεδομένα τροφιμογενών ασθενειών από φρέσκα φρούτα του Centers for Disease Control and Prevention για τα έτη 2008-2023	69

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Θεωρητικό Πλαίσιο

1.1.1 Ασφάλεια τροφίμων

Κάθε χρόνο από την κατανάλωση ακατάλληλων τροφίμων, καταγράφονται εκατομμύρια κρούσματα τροφικής δηλητηρίασης (τροφοτοξίνωσης, τροφολοίμωξης) και εκατοντάδες θάνατοι. Σημαντικό ρόλο παίζει η παρουσία βιολογικών, χημικών ή φυσικών κινδύνων οι οποίοι μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την υγεία ή και τη ζωή των καταναλωτών. Τέτοιοι κίνδυνοι είναι δυνατόν να εισαχθούν στα τρόφιμα σε οποιοδήποτε στάδιο της αγροδιατροφικής αλυσίδας, από την παραγωγή (πχ. έδαφος, νερό της βροχής, πουλιά, έντομα), τη συλλογή και τη διαλογή (πχ. εργάτες, εργαλεία) έως και την κατανάλωση (from Farm to Fork). Εύκολα προκύπτει πως η κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων μπορεί να επιφέρει ποικίλες απόρροιες. Οι άνθρωποι μπορεί να νοσήσουν με σοβαρές επιπτώσεις στην καθημερινότητά τους, ενώ σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται η νοσηλεία που επιφέρει οικονομικές συνέπειες τόσο στον ασθενή όσο και στο εθνικό σύστημα υγείας. Σε περιπτώσεις έξαρσης τα μη ασφαλή τρόφιμα μπορεί να προκαλέσουν ακόμη και παγκόσμια απειλή για την υγεία (Fung et al., 2018). Οι καταναλωτές απαιτούν τη διασφάλιση ποιοτικών και υγιεινών τροφών και επιθυμούν να έχουν γνώσεις σχετικά με την παραγωγή και προέλευση των τροφίμων που προμηθεύονται (Ibeh et al., 2024).

Επιπρόσθετα, με την ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου προέκυψε και η ανάγκη συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις της χώρας εξαγωγής, έτσι προκύπτουν μετασυλλεκτικές διαδικασίες προαπαιτούμενες για την εξαγωγή αυτή (Bordini et al., 2007). Παράλληλα πραγματοποιούνται δράσεις για την καλύτερη ενημέρωση των καταναλωτών (Patiño et al., 2020). Επιπλέον, ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) της Αμερικής έχει

αναπτύξει την Ορθή Γεωργική Πρακτική (GAP). Η GAP περιλαμβάνει αγροτικές μεθόδους που προωθούν την υγεία και την ευημερία τόσο του ανθρώπου όσο και του περιβάλλοντος. Οι πρακτικές αυτές δύναται να αποτρέψουν την είσοδο παθογόνων και χημικών ρύπων στην αλυσίδα παραγωγής νοπών προϊόντων (Maciera et al., 2021). Η GAP είναι ιδιαίτερα σημαντική για την αποφυγή μόλυνσης των φρέσκων προϊόντων, καθώς οι κύριες πηγές μόλυνσης αυτών εξαρτώνται από τις μεθόδους καλλιέργειας και συγκομιδής (Nur, 2020). Παρόλα αυτά πρέπει να συνδυαστεί και με άλλες πρακτικές καθώς μόνη της δεν επαρκεί για τη διασφάλιση της ασφάλειας τροφίμων (Maciera et al., 2021). Η GAP αποτελεί προτάσεις μεθόδων και όχι υποχρεωτικούς κανονισμούς, γεγονός που επιτρέπει σε πληθώρα παραγωγών να μην τις ακολουθεί και να μην συνεισφέρει στην ασφάλεια του προϊόντος που φτάνει στον καταναλωτή (Bihn & Gravani, 2006).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Ένωση με τη σειρά της θέσπισε κανονισμό που αφορά κοινά κριτήρια για τη σωστή υγιεινή διαδικασία και ασφάλεια τροφίμων (Abadias et al., 2008). Οι καταναλωτές κάθε χώρας για τη διασφάλιση της ασφάλειας τροφίμων, καθώς και την τήρηση των κανόνων που περιλαμβάνει βασίζονται στην κυβέρνηση. Πιο συγκεκριμένα, η κυβέρνηση και όλοι οι φορείς που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων είναι υπεύθυνοι για την ενημέρωση σχετικά με την ασφάλεια τροφίμων, την επιβολή κανόνων και την εξάλειψη των εμποδίων και των λανθασμένων συμπεριφορών. Για τη δίκαιη εφαρμογή των νόμων απαιτείται η συμβολή της επιστήμης, μέσω της οποίας γίνεται η αξιολόγηση κινδύνου των τροφιμογενών μολύνσεων με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα (Fung et al., 2018).

Μία επιπλέον πρακτική που επιτρέπει στον καταναλωτή να γνωρίζει τα στάδια που πέρασε ένα προϊόν για να φτάσει από το χωράφι στο ράφι είναι η ιχνηλασιμότητα. Η

διαδικασία αυτή προϋποθέτει την τεκμηρίωση με τη χρήση εγγράφων σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού των τροφίμων από τον παραγωγό μέχρι τον καταναλωτή. Μέσω του συστήματος της ιχνηλασιμότητας εξασφαλίζεται η ενημέρωση του καταναλωτή, καθώς και η ασφάλεια και ποιότητα του προϊόντος. Ακόμη, σε περιπτώσεις εντοπισμού τροφίμων που δεν τηρούν τις θεσπισμένες απαιτήσεις διευκολύνεται η αναζήτηση της πηγής της μόλυνσης και της ανάκλησης των ακατάλληλων παρτίδων (Maciera et al., 2021).

Όσον αφορά τις κατηγορίες των τροφίμων, η επιστημονική κοινότητα είχε επικεντρωθεί κυρίως στα προϊόντα ζωικής προέλευσης καθώς παρουσίαζαν μεγαλύτερο αριθμό κρουσμάτων. Η αύξηση όμως των κρουσμάτων τροφικής δηλητηρίασης, καθώς και η έξαρση τροφιμογενών ασθενειών, οφειλόμενων σε φρέσκα φρούτα δημιούργησε έντονες ανησυχίες στους καταναλωτές (Vojkovska et al., 2017).

Οι άνθρωποι που επηρεάζονται περισσότερο από τις τροφιμογενείς ασθένειες είναι αυτοί που ανήκουν στις ευάλωτες ομάδες, δηλαδή τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και οι άνθρωποι με υποκείμενα νοσήματα (Bintsis et al., 2017; Dziedzinska et al., 2018). Όσον αφορά τα παιδιά, έρευνες έδειξαν πως αντιπροσωπεύουν το 50% των περιπτώσεων τροφιμογενών ασθενειών ετησίως. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι που αιτιολογούν τον υψηλότερο αυτό κίνδυνο στα παιδιά, όπως το γεγονός ότι το ανοσοποιητικό τους σύστημα ακόμη αναπτύσσεται και έτσι δεν είναι πάντοτε έτοιμο να αντιμετωπίσει μια λοίμωξη. Επιπρόσθετα, λόγω του μεγέθους τους η μολυσματική δόση που απαιτείται για να νοσήσουν είναι και αυτή μικρότερη. Καταλήγοντας, τα παιδιά δεν έχουν πάντοτε την αναπτυξιακή ωριμότητα για να κρίνουν την ασφάλεια του τροφίμου που καταναλώνουν (Fung et al., 2018).

1.1.2 Σημαντικότητα φρούτων

Μεγάλο μέρος της ανθρώπινης διατροφής καταλαμβάνουν τόσο τα φρούτα, όσο και τα λαχανικά (Chukwu et al., 2010; Iyoha & Agoreyo, 2015). Οι άνθρωποι επιλέγουν να εισάγουν τις τροφές αυτές στην καθημερινότητα τους γνωρίζοντας τα πολλαπλά οφέλη που τους προσφέρουν (Abadias et al., 2008). Τα φρούτα με τις λειτουργικές τους ιδιότητες αποτελούν σύμμαχο του ανθρώπινου οργανισμού για την πρόληψη ασθενειών όπως η παχυσαρκία και τα καρδιαγγειακά νοσήματα (Vojkowska et al., 2017; Sane et al., 2024). Έπειτα από σειρά ερευνών είναι πλέον ευρέως γνωστό στους καταναλωτές πως τα φρούτα αποτελούνται από μια σειρά φυτοθεραπευτικών συστατικών μεταξύ των οποίων αντιοξειδωτικά, φαινολικά, φλαβονοειδή, καροτενοειδή, γλυκοσινολικά, τερπενοειδή και τριτερπένια (Nur, 2020). Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί πως τα φρέσκα φρούτα προσφέρουν στον οργανισμό εκτός από θρεπτικά, βιταμίνες, μέταλλα, φυτικές ίνες και λιπαρά οξέα (Sane et al., 2024). Το σύνολο των θρεπτικών που αναφέρθηκαν ανωτέρω διατηρούνται αναλλοίωτα στα φρέσκα φρούτα που καταναλώνονται ωμά, καθώς δεν υποβάλλονται σε διεργασίες όπως το μαγείρεμα, έτσι ώστε να χαθεί μέρος αυτών (Sane et al., 2024; Nur, 2020). Ωστόσο, η κατανάλωση ωμών φρούτων ελλοχεύει τον κίνδυνο ύπαρξης τροφιμογενών παθογόνων (Althaus et al., 2012; Feng et al., 2014).

Στη σύγχρονη κοινωνία παρατηρείται μία μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σχετικά με την υγεία τους, έτσι στρέφονται ακόμη περισσότερο στην κατανάλωση φρούτων και λαχανικών (Abadias et al., 2008; Seow et al., 2012). Με την ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου υπάρχει άμεση διαθεσιμότητα κάθε είδους νωπών φρούτων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αυξάνοντας όμως παράλληλα και τον κίνδυνο ασθενειών που συνδέονται με την κατανάλωσή τους (Seow et al., 2012). Οι σύγχρονοι ρυθμοί της καθημερινότητας ωθούν τους καταναλωτές στην προτίμηση είτε των έτοιμων

προς κατανάλωση κομμένων φρούτων ή των ελάχιστα επεξεργασμένων φρούτων, τα οποία όμως υπόκεινται σε μεγαλύτερους κινδύνους μόλυνσης λόγω των σταδίων προετοιμασίας τους (Bai et al., 2024; Graça et al., 2015).

1.1.3 Τροφιμογενή παθογόνα και ασθένειες

Κάθε τρόφιμο είτε είναι φυτικής ή ζωικής προέλευσης περιλαμβάνει πληθώρα μικροοργανισμών, παθογόνων και μη παθογόνων (Abadias et al., 2006). Τα τροφιμογενή παθογόνα περιλαμβάνουν κυρίως μύκητες, βακτήρια, ιούς και παράσιτα τα οποία έχουν την ικανότητα να προκαλέσουν ένα περιστατικό τροφιμογενούς ασθένειας (Chukwu et al., 2010; Olaolu et al., 2014; Sane et al., 2024). Αναλυτικότερα, τροφιμογενής ασθένεια είναι η κατάσταση, κατά την οποία τα τρόφιμα χρησιμεύουν ως όχημα για τη μεταφορά του παθογόνου παράγοντα στον άνθρωπο, στον οποίο αναπτύσσεται το παθογόνο και προκαλεί ασθένεια. (Bukar et al., 2010). Οι δυσμενείς συνέπειες των παθογόνων μικροοργανισμών ποικίλουν από ήπιας μορφή ασθένεια έως και σοβαρή μορφή χρόνιας ασθένειας (Olaolu et al., 2014). Έξαρση τροφιμογενούς ασθένειας ορίζεται η εμφάνιση δύο ή περισσότερων περιπτώσεων παρόμοιας ασθένειας έπειτα από την κατανάλωση κοινής τροφής. Ακόμη, ιδιαίτερης σημασίας είναι και η τροφική δηλητηρίαση κατά την οποία, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που βρίσκονται στα τρόφιμα παράγουν τοξίνες και τότε οι τοξίνες προκαλούν την ασθένεια στον ανθρώπινο οργανισμό. Αξίζει να σημειωθεί πως η τροφική δηλητηρίαση περιλαμβάνει περισσότερα από 200 παθογόνα (Oladele et al., 2022).

1.1.4 Κυριότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί

Οι κυριότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί που έχουν ανιχνευθεί και μελετηθεί σε φρέσκα φρούτα είναι οι ακόλουθοι:

Escherichia coli

Το *Escherichia coli* είναι ένα Gram-αρνητικό, προαιρετικά αναερόβιο βακτήριο που ανήκει στην οικογένεια Enterobacteriaceae (Demirci et al., 2020). Το *E. coli* περικλείει μια μεγάλη ομάδα βακτηρίων, τα περισσότερα στελέχη των οποίων είναι αβλαβή (Bintsis et al., 2017). Παράδειγμα μη παθογόνων στελεχών είναι και αυτά που αποτελούν κοινή χλωρίδα στον εντερικό σωλήνα τόσο του ανθρώπινου οργανισμού όσο και των θερμόαιμων ζώων. Αξίζει να σημειωθεί πως το βακτήριο αυτό μπορεί να επιβιώσει και εξωτερικά του εντερικού συστήματος, για παράδειγμα στο έδαφος για αρκετό χρόνο. Άλλα στελέχη όμως περιλαμβάνουν ιδιότητες όπως η παραγωγή εντεροτοξίνης, η οποία τα μετατρέπει σε παθογόνα και δύναται να επιφέρει ποικίλες ασθένειες τόσο σε ανθρώπους όσο και σε ζώα. Τα στελέχη αυτά έχει παρατηρηθεί πως προκαλούν λοιμώξεις του αίματος, λοιμώξεις του ουροποιητικού, λοιμώξεις του αναπνευστικού, αλλά και εντερική γαστρεντερίτιδα. Επιπρόσθετα, έχουν πραγματοποιηθεί καταγραφές και στις ευπαθείς ομάδες, όπως είναι λοιμώξεις σε εγκύους και μηνιγγίτιδα σε νεογνήνητα (Demirci et al., 2020). Μερικά από τα συμπτώματα που προκαλεί η λοίμωξη από *E.coli* είναι πυρετός, εμετός και διάρροια (Solanki et al., 2021). Έχουν μελετηθεί διάφορα στελέχη του βακτηρίου *E. coli*, με πιο μελετημένο το παθογόνο *E. coli* O157:H7. Το στέλεχος *E. coli* O157:H7 έχει τη δυνατότητα παραγωγής της τοξίνης Shiga, που προκαλεί αιμολυτικό ουραιμικό σύνδρομο στον άνθρωπο (Barba-Leon et al., 2024). Κάποια από τα τρόφιμα που έχει ανιχνευτεί ότι αποτέλεσαν πηγή μόλυνσης από *E. coli* είναι το ωμό κρέας, το μολυσμένο νερό και το μολυσμένο γάλα

(Subedi et al., 2024). Ακόμη, έχει παρατηρηθεί πως μολυσμένα λαχανικά τα οποία καταναλώνονται ωμά έχουν προκαλέσει επανειλημμένα διάρροια των ταξιδιωτών (Beuchat et al., 1996).

Listeria monocytogenes

Το *Listeria monocytogenes* είναι ένα Gram-θετικό, προαιρετικά αναερόβιο παθογόνο βακτήριο (Demirci et al., 2020). Το *L. monocytogenes* έχει την ικανότητα να επιβιώνει και να αναπτύσσεται για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ποικιλία συνθηκών (Melo & Quintas, 2023). Πιο συγκεκριμένα, έχει βρεθεί πως μπορεί να αναπτυχθεί σε ακραίες θερμοκρασίες, υψηλή συγκέντρωση αλατιού και χαμηλό pH (Bintsis et al., 2017; Demirci et al., 2020). Αξίζει να τονιστεί πως το βακτήριο *Listeria*, πολλαπλασιάζεται και σε ψυχρά περιβάλλοντα όπως είναι τα ψυγεία στα οποία συντηρούνται και τα τρόφιμα, γεγονός που το κάνει να διαφέρει από τη πλειονότητα των τροφιμογενών παθογόνων. Έπειτα από τη κατανάλωση τροφίμων μολυσμένων με το *L. monocytogenes* ακολουθεί μια ιδιαίτερα σοβαρή λοίμωξη που ονομάζεται λιστερίωση (Bintsis et al., 2017). Οι τροφές που αποτελούν συχνότερα πηγή μόλυνσης του ανθρώπου είναι τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα επεξεργασμένα κρέατα, το σέλινο, το λάχανο, το παγωτό, καθώς και τα έτοιμα προς κατανάλωση γεύματα (Demirci et al., 2020). Όσον αφορά τα φρούτα και λαχανικά, αυτά μολύνονται με *L. monocytogenes* στο αγρόκτημα είτε με τη χορήγηση μη επεξεργασμένης κοπριάς είτε με τη χρήση ακατάλληλου νερού (Barba-Leon et al., 2024). Το *L. monocytogenes* ευθύνεται για ένα από τα μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας από τροφιμογενές παθογόνο κυρίως σε ευπαθείς ομάδες όπως είναι οι ηλικιωμένοι, οι εγκυμονούσες, τα νεογνήνητα, καθώς και οι ανοσοκατεσταλμένοι ασθενείς (Bintsis et al., 2017). Παρόλο που παρουσιάζει μεγάλο ποσοστό θνησιμότητας, θεωρείται μία πιο σπάνια ασθένεια. Μπορεί η μολυσματική δόση να μην έχει επαρκώς προσδιοριστεί,

ωστόσο θεωρείται ιδιαίτερα χαμηλή ιδίως στις ευπαθείς ομάδες που αναφέρθηκαν και ανωτέρω (Rohinishree et al., 2016).

Salmonella spp.

Το *Salmonella* είναι ένα Gram-αρνητικό, μη σπορογόνο αναερόβιο βακτήριο της οικογένειας των Enterobacteriaceae (Demirci et al., 2020). Η οικογένεια των Enterobacteriaceae περιλαμβάνει παθογόνα που αποτελούν τις πιο κοινές αιτίες τροφικών δηλητηριάσεων παγκοσμίως (Bintsis et al., 2017). Τόσο το *Salmonella enterica*, όσο και το *E. coli* που ανήκουν στην ίδια οικογένεια, αποτελούν εντερικά παθογόνα, παράγουν εντεροτοξίνη και προκαλούν διάρροια στον άνθρωπο (Demirci et al., 2020). Η *S. enterica* έχει ανιχνευτεί σε προϊόντα ζωικής και φυτικής προέλευσης, με κυριότερες εστίες μόλυνσης το κρέας, τα πουλερικά, τα γαλακτοκομικά και τα αυγά (Beuchat et al., 1996). Λιγότερα κρούσματα έχουν παρατηρηθεί σε φρέσκα ή κατεψυγμένα φρούτα και λαχανικά, γεγονός που συνδέεται άμεσα με το χαμηλό pH των προϊόντων αυτών (Rohinishree et al., 2016). Τα ποικίλα είδη τροφίμων που αναφέρθηκαν, ενδέχεται να μολυνθούν με *S. enterica* σε διαφορετικά στάδια της γραμμής παραγωγής και εμπορίας μέσω του νερού, του εδάφους, των επιφανειών και του εξοπλισμού συσκευασίας, αλλά και των χεριών των εργαζομένων σε αντίστοιχες εγκαταστάσεις (Demirci et al., 2020). Ανάλογα με το στέλεχος του βακτηρίου, αυτό μπορεί να επιβιώσει και να πολλαπλασιαστεί σε χαμηλές ή και υψηλές θερμοκρασίες, αλλά και σε περιβάλλοντα με υψηλή οξύτητα (Yeni et al., 2015). Η *Salmonella* είναι υπεύθυνη για δύο τύπους ασθενειών, τη μη τυφοειδής σαλμονέλωση και το τυφοειδή πυρετό. Τα συμπτώματα της μη τυφοειδούς σαλμονέλωσης είναι πυρετός, εμετός, διάρροια, κοιλιακό έλκος, ενώ ο τυφοειδής πυρετός τείνει να παρουσιάζει πιο σοβαρά συμπτώματα (Yeni et al., 2015). Καταλήγοντας, η *S. enterica* είναι υπεύθυνη για χιλιάδες

θανάτους ετησίως, κάτι που απασχολεί τόσο τη δημόσια υγεία όσο και τη βιομηχανία τροφίμων σε όλο το κόσμο (Melo & Quintas, 2023).

Staphylococcus aureus

Το *Staphylococcus aureus* είναι ένα Gram-θετικό, προαιρετικά αναερόβιο και μη κινητικό βακτήριο. Το βακτήριο αυτό έχει την ικανότητα να παράγει μια εντεροτοξίνη, η οποία είναι υπεύθυνη για πολλά κρούσματα τροφικών δηλητηριάσεων (Yeni et al., 2015). Τα συμπτώματα της λοίμωξης είναι ναυτία, κοιλιακό άλγος, πυρετός, εμετός, πονοκέφαλος, εφίδρωση, ρίγη και διάρροια (Bintsis et al., 2017; Solanki et al., 2021). Το τροφιμογενές αυτό παθογόνο συχνά εντοπίζεται στην επιφάνεια του δέρματος των θερμόαιμων ζώων (Rohinishree et al., 2016). Τα διάφορα τρόφιμα μολύνονται με *S. aureus* κυρίως από τους χειριστές τροφίμων, οι οποίοι φέρουν το βακτήριο σε περιοχές όπως η μύτη και τα χέρια και έπειτα μέσω της διασταυρούμενης μόλυνσης το βακτήριο περνάει και στο τρόφιμο, αλλά και μέσω μολυσμένων επιφανειών (Barba-Leon et al., 2024). Για την αποφυγή της μόλυνσης των τροφίμων απαιτείται η τήρηση των κανόνων υγιεινής και ασφάλειας τροφίμων. Αξίζει να αναφερθεί πως η συγκεκριμένη εντεροτοξίνη επιβιώνει σε υψηλές θερμοκρασίες, έτσι ακόμα και με επεξεργασία του τροφίμου με πρακτικές όπως το μαγείρεμα, μπορεί να μείνει ανέπαφη (Yeni et al., 2015). Το *S. aureus* πολλαπλασιάζεται σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών 7 με 47,8 °C, pH 4,5 με 9,3 και επιπλέον αντέχει σε περιβάλλοντα με υψηλή αλατότητα (Bintsis et al., 2017). Το *S. aureus* έχει ανιχνευθεί σε πληθώρα τροφίμων, όπως κρέας, θαλασσινά, αλεύρι, γάλα, μανιτάρια και ρύζι (Barba-Leon et al., 2024). Ακόμη, ανιχνεύτηκε σε έτοιμα προς κατανάλωση αλλά και κατεψυγμένα προϊόντα, όπως φρούτα και λαχανικά (Beuchat et al., 1996). Τα λαχανικά στα οποία βρέθηκε με μεγαλύτερη συχνότητα είναι το λάχανο, το καρότο, το μαρούλι και το σχοινόπρασο (Barba-Leon et al., 2024).

Campylobacter spp.

Το *Campylobacter* spp. είναι ένα Gram-αρνητικό, μικροαερόφιλο βακτήριο και ανήκει στην οικογένεια *Campylobacteriaceae* (Bintsis et al., 2017). Τα κυριότερα είδη του γένους *Campylobacter* είναι το *C. jejuni* και το *C. coli*, τα οποία έχει καταγραφεί ότι προκαλούν διάρροια και γαστρεντερίτιδα σε παιδιά από αναπτυσσόμενες χώρες. Η μόλυνση με τα ανωτέρω βακτήρια σχετίζεται κυρίως με προϊόντα ζωικής προέλευσης και ιδιαίτερα πουλερικά, όμως έχει παρατηρηθεί και σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά (όπως σπανάκι, μαρούλι, βασιλικός, φράουλες). Τα φρούτα μπορεί να μολυνθούν με το *Campylobacter* spp. μέσω του αρδευτικού νερού, των λιπασμάτων και των περιττωμάτων ζώων (Barba-Leon et al., 2024). Η ασθένεια που προκαλείται από την κατανάλωση τροφίμων μολυσμένων με το *Campylobacter* ονομάζεται καμπυλοβακτηρίωση. Η νόσος αυτή μπορεί να επιφέρει γαστρεντερικά προβλήματα, νευρολογικές επιπλοκές και αντιδραστική αρθρίτιδα. Τα κύρια συμπτώματα που παρουσιάζει είναι πυρετός, κοιλιακοί πόνοι και διάρροια (Subedi et al., 2024).

Shigella spp.

Τα *Shigella* είναι Gram-αρνητικά, προαιρετικά αναερόβια βακτήρια, τα οποία δεν σχηματίζουν σπόρια και ανήκουν στην οικογένεια *Enterobacteriaceae* (Bintsis et al., 2017). Η κατανάλωση μολυσμένων με *Shigella* τροφίμων προκαλεί την ασθένεια γνωστή ως σιγκέλλωση ή βακτηριακή δυσεντερία. Τα συμπτώματα της λοίμωξης περιλαμβάνουν υδαρή διάρροια, κοιλιακές κράμπες, πυρετό, κόπωση, σπασμούς και αδιαθεσία (Bintsis et al., 2017; Solanki et al., 2021). Η σιγκέλλωση αποτελεί την κύρια αιτία τροφικής δηλητηρίασης και ευθύνεται για μεγάλο ποσοστό λοίμωξης και θανάτου μικρών παιδιών σε αναπτυσσόμενες χώρες κυρίως της Αφρικής (Subedi et al., 2024). Στις περισσότερες περιπτώσεις η μετάδοση της ασθένειας γίνεται μεταξύ των ατόμων, αν και δύναται η

διάδοση της από την κατανάλωση μολυσμένων τροφών. Πολλά περιστατικά έχουν ανιχνεύσει τη παρουσία *Shigella* σε οστρακοειδή, φρέσκα λαχανικά, έτοιμες παρασκευασμένες σαλάτες, αλλαντικά, γαλακτοκομικά προϊόντα και κοτόπουλο. Ακόμη, η μόλυνση μπορεί να προκύψει και από την κατανάλωση μολυσμένου νερού (Bintsis et al., 2017). Όσον αφορά τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, τα περισσότερα κρούσματα οφείλονται στα φυλλώδη λαχανικά, τις τομάτες, το κρεμμύδι, το πεπόνι, καθώς και κάποιους χυμούς φρούτων όπως μήλου και πορτοκαλιού (Rohinishree et al., 2016). Η μόλυνση των φρέσκων φρούτων και λαχανικών αποδίδεται στην ελάχιστη ή καθόλου θερμική επεξεργασία (Beuchat et al., 1996), αλλά και στις κακές πρακτικές, χειρισμό και απουσία κανόνων ασφάλειας τροφίμων (Barba-Leon et al., 2024; Bintsis et al., 2017). Τα διάφορα στελέχη του *Shigella* μπορούν να επιβιώσουν και να πολλαπλασιαστούν σε θερμοκρασίες 6-48 °C και pH 6,0-8,0 (Bintsis et al., 2017). Επιπρόσθετα, τα *Shigella* αναπτύσσονται τόσο σε όξινα περιβάλλοντα, όσο και σε περιβάλλοντα με υψηλή αλατότητα (Barba-Leon et al., 2024).

Vibrio spp.

Τα *Vibrio* είναι Gram-αρνητικά, προαιρετικά αναερόβια βακτήρια που ανήκουν στην οικογένεια Vibrionaceae. Τα πιο γνωστά παθογόνα είναι το *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* και *V. alginolyticus* (Bintsis et al., 2017; Demirci et al., 2020). Σε περιπτώσεις λοίμωξης από *Vibrio* τα συνήθη συμπτώματα είναι πυρετός, εμετός, διάρροια, πόνοι στη κοιλιακή χώρα και ναυτία. Συχνότερη πηγή μόλυνσης με *Vibrio* αποτελούν τα οστρακοειδή. Στη περίπτωση τροφιμογενών μολύνσεων το πιο σημαντικό είδος είναι το *V. parahaemolyticus*. Κάποια χαρακτηριστικά ανάπτυξης των παθογόνων αυτών είναι η ύπαρξη νατρίου και οι θερμοκρασίες μεταξύ – 5 °C έως και 45 °C (Demirci et al., 2020). Πιο συγκεκριμένα, το *V. cholerae* για τη βέλτιστη ανάπτυξη

απαιτεί θερμοκρασίες 30-37 °C, pH 7,6 και συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου 0,5% (Bintsis et al., 2017). Η κατάποση μολυσμένου νερού ή τροφίμων με *V. cholerae* προκαλεί τη χολέρα (Subedi et al., 2024), μια οξεία διαρροϊκή ασθένεια που είναι υπεύθυνη για το θάνατο 100.000 ανθρώπων ετησίως σε όλο το κόσμο, με στοιχεία να δείχνουν πως το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά παιδιά ηλικίας έως 5 ετών (Demirci et al., 2020).

Cryptosporidium spp.

Οι περισσότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί που αναφέρθηκαν στη λίστα αυτή ήταν βακτήρια, υπάρχουν όμως και παράσιτα που προκαλούν τροφιμογενείς λοιμώξεις. Οι κύριοι τρόποι μετάδοσης των παρασίτων είναι μέσω του νερού και του εδάφους, αλλά και από άνθρωπο σε άνθρωπο. Ενδεικτικά, κάποια παράσιτα που είναι υπεύθυνα για τροφιμογενείς λοιμώξεις είναι τα *Cryptosporidium* spp., *Giardia intestinalis*, *Cyclospora cayetanensis* και *Toxoplasma gondii* (Rohinishree et al., 2016). Πιο συγκεκριμένα το *Cryptosporidium* spp. είναι ενδοκυτταρικό πρωτόζωο παράσιτο που δύναται να προκαλέσει τροφιμογενή ασθένεια σε ανθρώπους, αλλά και ζώα (οικόσιτα και άγρια). Η ασθένεια αυτή ονομάζεται κρυπτοσποριδίωση και το κύριο σύμπτωμα που παρουσιάζει είναι η διάρροια. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Νεπάλ ανέχνευσε πως τα περισσότερα κρούσματα αφορούσαν παιδιά (Subedi et al., 2024).

1.1.5 Προέλευση παθογόνων μικροοργανισμών

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορεί να εισέλθουν στο φρούτο σε κάθε στάδιο παραγωγής από την ανάπτυξη του φυτού στον οπωρώνα έως και την τελική πώληση του προϊόντος στο κατάστημα (Avila-Novoa et al., 2024). Η μικροβιολογική μόλυνση μπορεί να προκύψει από ζωικές, ανθρώπινες και περιβαλλοντικές πηγές (Patiño et al., 2020). Πιο συγκεκριμένα σε:

ο Επίπεδο ανάπτυξης φρούτου στον οπωρώνα:

Κατά την ανάπτυξη των φρούτων στον οπωρώνα οι κύριες πηγές μόλυνσης είναι η κακή ποιότητα του αρδευτικού νερού, το μολυσμένο χώμα, η ύπαρξη περιττωμάτων στο χώμα λόγω της παρουσίας ή και βόσκησης ζώων, η εφαρμογή ακατάλληλα κομποστοποιημένης κοπριάς, τα οργανικά λιπάσματα και η ελλιπής απολύμανση του εξοπλισμού με τον οποίο διεκπεραιώνονται οι αγροτικές εργασίες (όπως είναι το ψαλίδι κλαδέματος) (Althaus et al., 2012; Biswas et al., 2020; Dziedzinska et al., 2018; Vojkovska et al., 2017; Patiño et al., 2020).

ο Επίπεδο συγκομιδής στον οπωρώνα:

Κατά τη συγκομιδή των φρούτων ο ανθρώπινος χειρισμός κρύβει αρκετούς κινδύνους μόλυνσης. Τις περισσότερες φορές οι εργάτες των αγροκτημάτων δεν είναι ενημερωμένοι σχετικά με τους κανόνες υγιεινής που πρέπει να τηρούνται ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια τροφίμων (Althaus et al., 2012; Nur, 2020). Ακόμα και αν ο ανθρώπινος φορέας είναι ασυμπτωματικός, το φρούτο μπορεί να μολυνθεί. Επιπρόσθετα, πηγές μόλυνσης αποτελούν τα εργαλεία συγκομιδής αλλά και τα μέσα αποθήκευσης ή μεταφοράς των φρούτων (Patiño et al., 2020).

ο Επίπεδο συσκευαστηρίου:

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται πως σημαντικές πηγές μόλυνσης βρίσκονται στα μέρη επεξεργασίας και διανομής των φρούτων δηλαδή τα συσκευαστήρια. Κύριες πηγές μόλυνσης περιλαμβάνουν τις ανθυγιεινές συνθήκες χειρισμού, τα μολυσμένα υλικά συσκευασίας, τη μη τήρηση των κανόνων υγιεινής από τους εργαζόμενους στους χώρους παραγωγής, την ύπαρξη μολυσμένου νερού και επιφανειών (Dziedzinska et al., 2018; Patiño et al., 2020). Επιπλέον, οι ακατάλληλες μέθοδοι αποθήκευσης και μεταφοράς όπως είναι η θερμοκρασία και το ποσοστό υγρασίας (Bukar et al., 2010; Nur, 2020).

Ακόμη, για τα φρούτα που δεν πωλούνται στην αρχική τους μορφή αλλά πωλούνται κομμένα ή σε μορφή φρουτοσαλάτας οι εστίες μόλυνσης αυξάνονται καθώς αυξάνονται και τα βήματα προετοιμασίας (Bai et al., 2024). Στα έτοιμα προς κατανάλωση κομμένα φρούτα πηγές μόλυνσης αποτελούν ο εξοπλισμός και οι επιφάνειες στα στάδια όπως το ξεφλούδισμα, η κοπή, το πλύσιμο και η συσκευασία (Nur, 2020). Στις περιπτώσεις που συσκευάζονται πολλά φρούτα μαζί όπως για παράδειγμα στις φρουτοσαλάτες υπάρχει η πιθανότητα ενδεχόμενης διασταυρούμενης μόλυνσης (Bai et al., 2024).

ο Επίπεδο εμπορίου:

Τέλος, σε επίπεδο εμπορίου ο ασυνείδητος χειρισμός από τους λιανοπωλητές αποτελεί πιθανή πηγή μόλυνσης (Biswas et al., 2020; Patiño et al., 2020). Από τη στιγμή που το φρούτο τοποθετηθεί στο ράφι είτε ενός καταστήματος σε κλειστό χώρο είτε μιας υπαίθριας αγοράς αυτό έρχεται σε επαφή με τα χέρια των καταναλωτών, οι οποίοι επιλέγουν τι θα αγοράσουν. Έτσι εύκολα γίνεται αντιληπτό πως ακόμη και ένα φρούτο που μπορεί να φτάσει χωρίς παθογόνους μικροοργανισμούς στο ράφι, μπορεί να μολυνθεί μέχρι τη στιγμή της πώλησής του (Iyoha & Agoreyo, 2015).

1.1.6 Τρόποι περιορισμού τροφιμογενών μολύνσεων

Έπειτα από την αναγνώριση του προβλήματος επιμόλυνσης των νωπών φρούτων και λαχανικών με τη βοήθεια της επιστημονικής κοινότητας προτάθηκαν κάποιοι πιθανοί τρόποι περιορισμού της μόλυνσης των προϊόντων με τροφιμογενή παθογόνα, όπως:

ο Απολύμανση φρούτων: Όσον αφορά την απολύμανση φρέσκων φρούτων και λαχανικών προτάθηκε η χρήση διαλυμάτων χλωρίου. Μελετήθηκαν τα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα οφέλη της χρήσης του στην απομάκρυνση των παθογόνων μικροοργανισμών αλλά και σε διάφορες ποιοτικές παραμέτρους, όπως η

σκληρότητα και το χρώμα. Το χλώριο είναι μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους απολύμανσης των νωπών προϊόντων καθώς μειώνει τους μικροβιακούς πληθυσμούς διατηρώντας τη ποιότητα. Αξίζει να σημειωθεί πως τόσο στην Ελβετία, όσο και σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν επιτρέπεται η χρήση διαλυμάτων χλωρίου για την απολύμανση φρεσκοκομμένων φρούτων και λαχανικών (Althaus et al., 2012).

ο Κατάλληλες συνθήκες συντήρησης: Η μελέτη των τροφιμογενών παθογόνων έχει αναδείξει τις θερμοκρασίες και τη σχετική υγρασία στις οποίες κάθε παθογόνο επιβιώνει και πολλαπλασιάζεται. Σημαντικά μέτρα για τη διασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας των νωπών προϊόντων είναι η εξασφάλιση κατάλληλου χειρισμού κατά την αποθήκευση και συντήρηση. Ένα παράδειγμα αφορά το πεπόνι, το οποίο πρέπει να συντηρείται σε θερμοκρασίες 4 °C και λιγότερο για να ελαχιστοποιηθεί η ανάπτυξη του *L. monocytogenes* (Zhang et al., 2020).

ο Επεξεργασία εμβάπτισης σε ζεστό νερό: Ακόμη μία κοινή πρακτική είναι και η εμβάπτιση των φρέσκων φρούτων και λαχανικών σε ζεστό νερό για προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Στην διαδικασία αυτή θα πρέπει να ελέγχεται η ποιότητα του νερού αλλά και η θερμοκρασία του για να αποφεύγεται κάθε πιθανή επιμόλυνση. Για τη διασφάλιση της ποιότητας θα πρέπει η μέθοδος να συνδυάζεται με κατάλληλες θερμοκρασίες συντήρησης και σωστές πρακτικές κατά το χειρισμό και μεταφορά του φρούτου (Bordini et al., 2007).

1.2. Σκοπός Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η σύνθεση (π.χ. συνδυασμός, επεξεργασία δεδομένων, σύνοψη) δεδομένων ερευνητικών εργασιών που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν για την ανίχνευση παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα καθώς και τα συναφή περιστατικά τροφικών δηλητηριάσεων που έχουν καταγραφεί στον άνθρωπο με έμφαση τα παιδιά, έτσι ώστε να οδηγήσουν σε ένα συνολικό συμπέρασμα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Συλλογή πληροφορίας

Η συλλογή της πληροφορίας (δεδομένα) έγινε από τις βάσεις δεδομένων PubMed, Scopus, Web of Science και Google Scholar (46 επιστημονικά άρθρα δημοσιευμένα σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά του science direct index -research papers και reviews), καθώς και από αναφορές οργανισμών και συγκεκριμένα από το Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Για την εύρεση των άρθρων χρησιμοποιήθηκαν λέξεις κλειδιά όπως: pathogenic microorganisms, foodborne pathogens, fresh fruit, food poisoning, children. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν: το είδος του παθογόνου μικροοργανισμού που ανιχνεύθηκε, τη συχνότητα εμφάνισης, το φρέσκο φρούτο στο οποίο πραγματοποιήθηκε η ανίχνευση και την προέλευση των δειγμάτων (χώρα, τύπος αγοράς). Επιπρόσθετα, συλλέχθηκαν δεδομένα που αφορούσαν τις τροφικές δηλητηριάσεις, το τρόφιμο στο οποίο οφείλονταν, καθώς και τον αριθμό των καταγεγραμμένων κρουσμάτων.

2.2 Επεξεργασία δεδομένων

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε σύνθεση δεδομένων ερευνητικών μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν για την ανίχνευση παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα καθώς και τα συναφή περιστατικά τροφικών δηλητηριάσεων που έχουν καταγραφεί στον άνθρωπο με έμφαση τα παιδιά. Για την ομαδοποίηση, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων έγινε χρήση υπολογιστικών φύλλων Microsoft Excel.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε ήπειρο

3.1.1 Αμερική

Συνολικά, για την Αμερική οι πιο σημαντικοί παθογόνοι μικροοργανισμοί που απομονώθηκαν από φρέσκα φρούτα είναι οι *E. coli*, *L. monocytogenes* και *Salmonella* spp. (Γράφημα 2). Τα φρούτα στα οποία ανιχνεύθηκαν παθογόνοι μικροοργανισμοί στα υψηλότερα ποσοστά είναι η τομάτα, το αγγούρι, το αβοκάντο και το πεπόνι, ενώ τα φρούτα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες απομονώσεις (ανεξαρτήτου συγκέντρωσης) είναι το πεπόνι και η φράουλα (Γράφημα 1).

Αναλυτικότερα (Πίνακα 1), το *E. coli* βρέθηκε σε υψηλά ποσοστά σε βιολογική πιστοποιημένη τομάτα (στο 14,3% του δείγματος), σε βιολογική τομάτα χωρίς πιστοποίηση (στο 2,8% του δείγματος) και σε αγγούρι βιολογικό χωρίς πιστοποίηση (στο 8,3% του δείγματος). Τα αποτελέσματα αυτά αφορούσαν δείγματα που συλλέχθηκαν απευθείας από τα αγροκτήματα των παραγωγών στη Minnesota των ΗΠΑ. Το *E. coli* βρέθηκε σε πολύ μικρότερο ποσοστό σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε καταστήματα λιανικής πώλησης στο Καναδά, στα οποία ανιχνεύθηκε σε 1/1029 δείγματα πεπονιού (ολόκληρου φρούτου και φρεσκοκομμένου), δηλαδή σε ποσοστό 0,09%. Όσον αφορά έρευνες οι οποίες κατέγραφαν τις συγκεντρώσεις παθογόνων μικροοργανισμών που απομονώθηκαν από φρέσκα φρούτα αυτές περιλάμβαναν τη φράουλα και το πεπόνι. Η υψηλότερη συγκέντρωση καταγράφηκε σε φράουλα (έτοιμη προς κατανάλωση) σε εργασία στο Εκουαδόρ όταν τα δείγματα συλλέχθηκαν από λιανική υπαίθρια αγορά χαμηλού κόστους (πληθυσμός $3,61 \pm 0,34 \log \text{CFU/g}$), ενώ όταν τα δείγματα πάρθηκαν απευθείας από τον πωλητή φρούτων η συγκέντρωση ήταν εμφανώς μικρότερη

(πληθυσμός $1,99 \pm 0,22 \log \text{ CFU/g}$). Επιπρόσθετα, παρουσία του παθογόνου βρέθηκε και σε πεπόνι (cantaloupe) σε πληθυσμό $1,5 \pm 1,1 \log \text{ CFU/g}$ στη Νότια ΗΠΑ και συγκεκριμένα σε δείγματα που πάρθηκαν από αγροκτήματα και συσκευαστήρια. Υπήρξε και απομόνωση του *E. coli* O157:H7 σε αγροτική αγορά της Κολομβίας σε ποσοστό 4% σε δείγματα φρούτων γκουάβα και μανταρινιού.

Σημαντική παρουσία σε δείγματα φρούτων είχε και το *L. monocytogenes*, του οποίου το υψηλότερο ποσοστό ανίχνευσης εμφανίστηκε σε αβοκάντο (στο 5,3% του δείγματος) σε τοπικό κατάστημα στο Μεξικό. Το *L. monocytogenes* απομονώθηκε από φυσαλίδα και ροδάκινο (στο 2% του δείγματος κάθε φρούτου) σε αγροτική αγορά στην Κολομβία. Έπειτα σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε καταστήματα λιανικής πώλησης του Καναδά βρέθηκε το συγκεκριμένο παθογόνο σε 2/140 δείγματα πεπονιού που εξετάστηκαν (ολόκληρου φρούτου και φρεσκοκομμένου), δηλαδή σε ποσοστό 1,42%. Το *L. monocytogenes* απομονώθηκε από φρεσκοκομμένο πεπόνι (cantaloupe, στο 0,72% του δείγματος) και σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον Καναδά και περιελάμβανε δείγματα τόσο από εθνικές αλυσίδες λιανικής πώλησης όσο και από τοπικά παντοπωλεία. Στην ίδια έρευνα του Καναδά εξετάστηκε πληθώρα φρεσκοκομμένων φρούτων και το συγκεκριμένο παθογόνο βρέθηκε σε δείγματα παπάγιας-paraia (3,03%), μήλου (2,53%), πεπόνι-honeydew (1%), καρπουζιού (0,15%), αλλά και μείγματα φρούτων όπως σε μείγμα με πεπόνι cantaloupe και honeydew (1,65%), σε φρουτοσαλάτα με ανανά, μούρα, ακτινίδιο (0,45%) και σε μείγμα πεπονιών (0,37%). Καταλήγοντας, το *L. monocytogenes* ανιχνεύτηκε σε αγγούρι (στο 0,43% του δείγματος) και σε μάνγκο (στο 0,26% του δείγματος) στις ΗΠΑ σε δείγματα που συγκεντρώθηκαν από ποικιλία καταστημάτων συμπεριλαμβανόμενων εθνικών αγορών, μικρών τοπικών σούπερ μάρκετ, αλλά και μεγάλων αλυσίδων καταστημάτων.

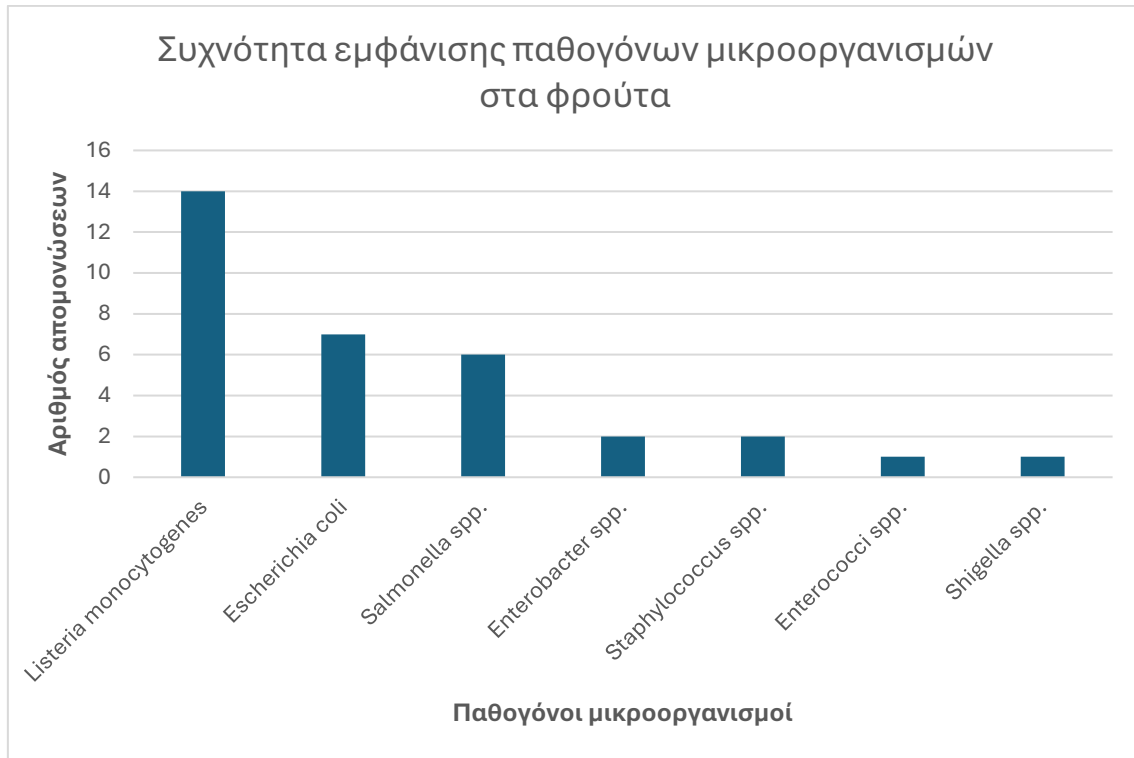
Όσον αφορά το *Salmonella* στην Αμερική βρέθηκε κυρίως σε δείγματα πεπονιού και μάνγκο. Ειδικότερα, το υψηλότερο ποσοστό απομονώθηκε από πεπόνι (cantaloupe), αφορούσε το *Salmonella enterica* serovar Montevideo και ήταν 3,3% σε δείγματα που συλλέχθηκαν στην Νότια ΗΠΑ, απευθείας από τα αγροκτήματα αλλά και από τα συσκευαστήρια. Σε ιδιαίτερα μικρότερη συγκέντρωση εντοπίστηκε *Salmonella* σε πεπόνι (cantaloupe) σε ποσοστό 0,19% σε δείγματα από πληθώρα καταστημάτων των ΗΠΑ, αλλά και σε πεπόνι (ολόκληρου φρούτου και φρεσκοκομμένου) από κατάστημα λιανικής πώλησης του Καναδά σε 2/3215 δείγματα που εξετάστηκαν δηλαδή σε ποσοστό 0,06%. Ακόμη, είδη του *Salmonella* ανιχνεύθηκαν σε μάνγκο (*Mangifera indica* Linn. var. Tommy Atkins) 2/67 δείγματα (δηλαδή ποσοστό 2,98%) σε φρούτα προοριζόμενα για την εσωτερική αγορά της Βορειοανατολική Βραζιλία, ενώ σε ιδιαίτερα μικρότερη συχνότητα βρέθηκαν σε μάνγκο (σε ποσοστό 0,17% των δειγμάτων) σε έρευνα που συνέλεξε δείγματα από πληθώρα καταστημάτων των ΗΠΑ. *Salmonella enterica* εντοπίστηκε και σε γλυκόμηλο (custard apple-*Annona squamosa* L.) σε ποσοστό 1,5% σε δείγματα από διαφορετικές λιανικές και λαϊκές αγορές της Βραζιλίας.

Επιπρόσθετα, παθογόνοι μικροοργανισμοί που βρέθηκαν σε μικρότερη συχνότητα σε φρέσκα φρούτα είναι είδη του *Enterobacter*, απομονώθηκαν στο Εκουαδόρ σε φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση) και φουσαλίδα (Gooseberry), (σε πληθυσμό $2,17 \pm 0,18 \log \text{CFU/g}$ και $3,01 \pm 0,24 \log \text{CFU/g}$, αντίστοιχα) όταν τα δείγματα προήλθαν από λιανική υπαίθρια αγορά χαμηλού κόστους, ενώ σε συγκέντρωση $2,19 \pm 0,22 \log \text{CFU/g}$ και $2,48 \pm 0,37 \log \text{CFU/g}$ αντίστοιχα όταν τα δείγματα προήλθαν από πωλητή φρούτων. Στην ίδια έρευνα στο Εκουαδόρ ανιχνεύτηκε και *Staphylococcus* spp. τόσο σε φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση), όσο και σε φουσαλίδα (Gooseberry). Οι συγκεντρώσεις που καταμετρήθηκαν ήταν $2,01 \pm 0,37 \log \text{CFU/g}$ για τη φράουλα και $2,92 \pm 0,15 \log \text{CFU/g}$

g για τη φυσαλίδα όταν τα δείγματα προήλθαν από λιανική υπαίθρια αγορά χαμηλού κόστους, ενώ $2,01 \pm 0,37 \log \text{CFU/g}$ για τη φράουλα και $2,11 \pm 0,24 \log \text{CFU/g}$ για τη φυσαλίδα όταν τα δείγματα προήλθαν από πωλητή φρούτων. Ακόμη, στη συγκεκριμένη έρευνα απομονώθηκε το *Shigella* spp. μόνο στη φράουλα σε συγκέντρωση $0,59 \pm 0,33 \log \text{CFU/g}$ όταν τα δείγματα προήλθαν από λιανική υπαίθρια αγορά χαμηλού κόστους και $0,74 \pm 0,19 \log \text{CFU/g}$ όταν τα δείγματα προήλθαν από πωλητή φρούτων. Καταλήγοντας για την Αμερικανική Ήπειρο σε έρευνα στη Νότια ΗΠΑ απομονώθηκε είδος *Enterococci* σε πεπόνι (cantaloupe) σε συγκέντρωση $4,1 \pm 1,2 \log$ σε δείγματα που προήλθαν τόσο από αγροκτήματα, όσο και από συσκευαστήρια.



Γράφημα 1. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο στην Αμερική.



Γράφημα 2 . Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα στην Αμερική.

Πίνακας 1. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα στην Αμερική.

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Escherichia coli</i>	14,3% 2,8% 8,3%	-Τομάτα βιολογική πιστοποιημένη -Τομάτα βιολογική χωρίς πιστοποίηση -Αγγούρι βιολογικό χωρίς πιστοποίηση	Αγροκτήματα παραγωγών	Minnesota, ΗΠΑ	Mukherjee et al., 2004
Generic <i>E. coli</i>	Ανίχνευση 1/1029	Πεπόνι (ολόκληρο και φρεσκοκομμένο)	Καταστήματα λιανικής πώλησης	Καναδά	Denis et al., 2016
<i>E. coli</i>	$1,99 \pm 0,22 \log \text{CFU/g}$	Φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση)	Πωλητής φρούτων	Ιμπαμπούρα, Εκουαδόρ	Tenea et al., 2023
<i>E. coli</i>	$3,61 \pm 0,34 \log \text{CFU/g}$	Φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση)	Λιανική υπαίθρια αγορά χαμηλού κόστους	Ιμπαμπούρα, Εκουαδόρ	Tenea et al., 2023
<i>E. coli</i>	$1,5 \pm 1,1 \log$	Πεπόνι (cantaloupe)	Αγροκτήματα και συσκευαστήρια	Νότια ΗΠΑ	Johnston et al., 2005
<i>E. coli</i> O157:H7	4%	Γκουάβα, Μανταρίνι	Αγροτική αγορά	Σουντιναμάρκα, Κολομβία	Patiño et al., 2020
<i>Listeria monocytogenes</i>	5,3%	Αβοκάντο	Τοπικό σούπερ μάρκετ	Ocotlán, Jalisco, Μεξικό	Avila-Novoa et al., 2024
<i>L. monocytogenes</i>	2%	Φυσαλίδα, ροδάκινο	Αγροτική αγορά	Σουντιναμάρκα, Κολομβία	Patiño et al., 2020
<i>L. monocytogenes</i>	Ανίχνευση 2/140	-Πεπόνι (ολόκληρο και φρεσκοκομμένο)	Καταστήματα λιανικής πώλησης	Καναδά	Denis et al., 2016
<i>L. monocytogenes</i>	2,53% 0,72% 0,15% 1,00%	Φρεσκοκομμένα φρούτα: -Μήλο -Πεπόνι (cantaloupe) -Καρπούζι -Πεπόνι (honeydew)	Εθνικές αλυσίδες λιανικής πώλησης και τοπικά παντοπωλεία	Καναδά	Zhang et al., 2020

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
	3,03% 0,45% 1,65% 0,37%	-Παπάγια (papaya) -Σαλάτα με ανανά, μούρα, ακτινίδιο -Πεπόνι (cantaloupe) και honeydew -Μείγμα πεπονιών			
<i>L. monocytogenes</i>	0,43% 0,26%	-Αγγούρι -Μάνγκο	Μεγάλη αλυσίδα σούπερ μάρκετ, μικρότερα τοπικά σούπερ μάρκετ και εθνοτικές αγορές	ΗΠΑ	Zhang et al., 2018
<i>Salmonella enterica</i> serovar Montevideo	3,3%	Πεπόνι (cantaloupe)	Αγροκτήματα και συσκευαστήρια	Νότια ΗΠΑ	Johnston et al., 2005
<i>Salmonella</i>	0,19% 0,17%	-Πεπόνι (Cantaloupe) -Μάνγκο	Μεγάλη αλυσίδα σούπερ μάρκετ, μικρότερα τοπικά σούπερ μάρκετ και εθνοτικές αγορές	ΗΠΑ	Zhang et al., 2018
<i>Salmonella</i> spp.	Ανίχνευση 2/3215	Πεπόνι (ολόκληρο και φρεσκοκομμένο)	Καταστήματα λιανικής πώλησης	Καναδά	Denis et al., 2016
<i>Salmonella</i>	Ανίχνευση 2/67	Μάνγκο - (<i>Mangifera indica</i> Linn.) var. Tommy Atkins	Φρούτα προοριζόμενα για την εσωτερική αγορά	Βορειοανατολική Βραζιλία	Bordini et al., 2007
<i>Salmonella enterica</i>	1,5%	Γλυκόμηλο / custard apple (<i>Annona squamosa</i> L.)	Διαφορετικές λιανικές και λαϊκές αγορές	Campinas, Βραζιλία	Rezende et al., 2016
<i>Enterobacter</i> spp.	2,17 ± 0,18 log CFU/ g 3,01 ± 0,24 log CFU/ g	Φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση) Φυσαλίδα (Gooseberry)	Λιανική υπαίθρια αγορά χαμηλού κόστους	Ιμπαμπούρα, Εκουαδόρ	Tenea et al., 2023
<i>Enterobacter</i> spp.	2,19 ± 0,22 log CFU/ g 2,48 ± 0,37 log CFU/ g	Φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση) Φυσαλίδα (Gooseberry)	Πωλητής φρούτων	Ιμπαμπούρα, Εκουαδόρ	Tenea et al., 2023

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Staphylococcus</i> spp.	2,01 ± 0,37 log CFU/ g 2,11 ± 0,24 log CFU/ g	Φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση) Φυσαλίδα (Gooseberry)	Λιανική υπαίθρια αγορά χαμηλού κόστους	Ιμπαμπούρα, Εκουαδόρ	Tenea et al., 2023
<i>Staphylococcus</i> spp.	2,61 ± 0,15 log CFU/ g 2,92 ± 0,15 log CFU/ g	Φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση) Φυσαλίδα (Gooseberry)	Πωλητής φρούτων	Ιμπαμπούρα, Εκουαδόρ	Tenea et al., 2023
<i>Shigella</i> spp.	0,59 ± 0,33 log CFU/ g	Φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση)	Λιανική υπαίθρια αγορά χαμηλού κόστους	Ιμπαμπούρα, Εκουαδόρ	Tenea et al., 2023
<i>Shigella</i> spp.	0,74 ± 0,19 log CFU/ g	Φράουλα (έτοιμη για κατανάλωση)	Πωλητής φρούτων	Ιμπαμπούρα, Εκουαδόρ	Tenea et al., 2023
<i>Enterococci</i>	4,1 ± 1,2log	Πεπόνι (cantaloupe)	Αγροκτήματα και συσκευαστήρια	Νότια ΗΠΑ	Johnston et al., 2005

3.1.2 Ευρώπη

Συγκεντρωτικά, για την Ευρώπη οι πιο σημαντικοί παθογόνοι μικροοργανισμοί που απομονώθηκαν από φρέσκα φρούτα είναι οι *E. coli*, *Staphylococcus* spp. και *Enterobacteriaceae* (Γράφημα 4). Τα φρούτα στα οποία ανιχνεύθηκαν παθογόνοι μικροοργανισμοί στα υψηλότερα ποσοστά είναι η φράουλα, το πεπόνι και το σμέουρο, ενώ τα φρούτα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες απομονώσεις (ανεξαρτήτου συγκέντρωσης) είναι η φράουλα, το πεπόνι και το μήλο (Γράφημα 3).

Πιο συγκεκριμένα (Πίνακα 2), το *E. coli* ανιχνεύτηκε σε φράουλα σε ερευνητική εργασία που πραγματοποιήθηκε στην Τσεχική Δημοκρατία. Στη συγκεκριμένη έρευνα ελέγχθηκαν διάφορα τμήματα της αλυσίδας εφοδιασμού και με διαφορετικούς τρόπους απομόνωσης του παθογόνου. Βρέθηκε *E. coli* 9,0-44,2% του δείγματος φράουλας όταν αυτό πάρθηκε απευθείας από το αγρόκτημα, 2,2-62,2% σε δείγματα φράουλας τοπικής παραγωγής από το σούπερ μάρκετ και 1,4-48,6% σε δείγματα φράουλας εισαγωγής από το σούπερ μάρκετ. Το εύρος τιμών της παρουσίας του παθογόνου αφορά τις διαφορετικές εργαστηριακές μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για την απομόνωση του μικροοργανισμού. Βακτήρια *E. coli* εντοπίστηκαν σε φράουλα και στην Πολωνία, σε συγκέντρωση 24% του δείγματος, το οποίο συλλέχθηκε από πολωνική αλυσίδα σούπερ μάρκετ. Στην Πολωνία μαζί με τη φράουλα εξετάστηκαν και άλλα είδη μούρων και βρέθηκαν μικρότερα ποσοστά των βακτηρίων αυτών, 20% σε δείγμα με σμέουρα και 16% σε δείγμα με μπλε μύρτιλλο. Επιπρόσθετα, *E. coli* σε σχετικά υψηλή συγκέντρωση βρέθηκε και σε πεπόνι κομμένο σε φέτες (*Cucumis melo* L. var. “Piel de Sapo”) στη Πορτογαλία, σε 4/26 δείγματα που εξετάστηκαν δηλαδή 15,38% (δείγματα από διάφορα τοπικά καταστήματα λιανικής πώλησης φρούτων). Ιδιαίτερα μικρότερη συγκέντρωση καταγράφηκε και στη Γερμανία επίσης σε πεπόνι (*Cucumis melo*), αυτή τη φορά

εισαγωγής που πάρθηκε από γερμανικό κατάστημα χονδρικής και λιανικής πώλησης απομονώθηκε το παθογόνο σε ποσοστό 0,7% στη φλούδα και 1,4% στη σάρκα. Ακόμη, στέλεχος *Escherichia* βρέθηκε και σε μήλο (Golden Delicious) στην Ισπανία σε δείγματα που συγκεντρώθηκαν τόσο από οπωρώνες, όσο και από συσκευαστήρια.

Όσον αφορά το *Staphylococcus* spp., αυτό απομονώθηκε σε υψηλό ποσοστό της τάξης του 48,9% σε δείγματα πεπονιού εισαγωγής (*Cucumis melo*- δείγματα από το εδώδιμο μέρος) στη Γερμανία και συγκεκριμένα σε γερμανικά καταστήματα χονδρικής και λιανικής πώλησης. Σε μικρότερο αλλά εξίσου σημαντικό ποσοστό βρέθηκε το είδος *S. aureus* σε πεπόνι (*Cucumis melo* L. var. “Piel de Sapo”) έτοιμο προς κατανάλωση κομμένο σε φέτες, το οποίο βρέθηκε στα 6/26 δείγματα δηλαδή σε ποσοστό 23,07% στην Πορτογαλία, σε δείγματα από διάφορα τοπικά καταστήματα λιανικής πώλησης φρούτων. Ένα άλλο φρούτο στο οποίο πραγματοποιήθηκε απομόνωση *Staphylococcus* spp. είναι η φράουλα, στην οποία το παθογόνο βρέθηκε σε ποσοστό 15% στη Νορβηγία σε δείγματα που συλλέχθηκαν από διανομείς νωπών προϊόντων και καταστήματα λιανικής. Επιπρόσθετα, παθογόνο Coagulase-positive staphylococci απομονώθηκε σε μικρότερο ποσοστό 5,8% από φρεσκοκομμένα μήλα σε περιοχή της Νότιας Πορτογαλίας, τα δείγματα της έρευνας συλλέχθηκαν από εστιατόρια και σούπερ μάρκετ.

Επιπλέον, απομονώθηκαν και παθογόνοι Enterobacteriaceae στην Πολωνία και τη Γερμανία. Αρχικά, στη Πολωνία βρέθηκαν Enterobacteriaceae σε μπλε μύρτιλλο, σμέουρο και φράουλα (σε ποσοστό 16%, 32% και 48% αντίστοιχα), τα δείγματα συλλέχθηκαν από πολωνικές αλυσίδες σούπερ μάρκετ. Παράλληλα, στη Γερμανία ανιχνεύτηκε στο εδώδιμο τμήμα του πεπονιού εισαγωγής (*Cucumis melo*) 27,9% του δείγματος, που συλλέχθηκε από γερμανικά καταστήματα χονδρικής και λιανικής πώλησης.

Με βάση τις έρευνες που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν για την Ευρωπαϊκή ήπειρο το *L. monocytogenes* απομονώθηκε αποκλειστικά από φράουλες. Το μεγαλύτερο ποσοστό καταγράφηκε στην Τσεχική Δημοκρατία και ειδικότερα σε δείγματα φράουλας τοπικής παραγωγής, αγορασμένων από σούπερ μάρκετ και ήταν 2,2%. Στην ίδια εργασία δείγματα φράουλας που πάρθηκαν απευθείας από το αγρόκτημα είχαν μόλις 0,6% παρουσία του παθογόνου. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και εργασία στη Νορβηγία, στην οποία το παθογόνο απομονώθηκε σε ποσοστό 0,6% επί του δείγματος σε φράουλες που προμηθεύτηκαν από διανομείς νωπών προϊόντων και καταστήματα λιανικής. Ακόμη μία θετική ανίχνευση πραγματοποιήθηκε και στη Τσεχική Δημοκρατία σε φράουλες που συλλέχθηκαν από σούπερ μάρκετ και πράσινο παντοπωλείο.

Το *Salmonella* spp. είχε μικρότερη συχνότητα εμφάνισης στα φρέσκα φρούτα της Ευρώπης. Ανιχνεύθηκε στην Ισπανία σε δρύπη, σε 1/57 δείγματα που αναλύθηκαν δηλαδή 1,75%. Τα δείγματα πάρθηκαν από σημεία λιανικής πώλησης και αφορούσαν φρούτα τόσο από ντόπιους προμηθευτές, όσο και από προμηθευτές άλλων περιοχών. Ακόμη, απομονώθηκε από πεπόνι (*Cucumis melo*) στη Γερμανία σε μικρότερα ποσοστά 0,7% στη φλούδα και 1,4% στο εδώδιμο τμήμα του φρούτου. Τα δείγματα της έρευνας αυτής επιλέχθηκαν από γερμανικά καταστήματα χονδρικής και λιανικής πώλησης.

Ένας άλλος παθογόνος μικροοργανισμός που βρέθηκε σε δείγματα φρέσκων φρούτων στην Ευρώπη είναι το *Cronobacter* sp. σε φράουλα και ένα είδος φρουτοσαλάτας. Συγκεκριμένα, στη Τσεχική Δημοκρατία το *Cronobacter* sp. απομονώθηκε από φράουλες που συλλέχθηκαν από το αγρόκτημα (0,6-9,0% του δείγματος), φράουλες τοπικής παραγωγής από το σούπερ μάρκετ (6,7% του δείγματος), αλλά και φράουλες εισαγωγής από το σούπερ μάρκετ (4% του δείγματος). Συμπληρωματικά, το *Cronobacter sakazakii* βρέθηκε σε εργοστάσιο παραγωγής

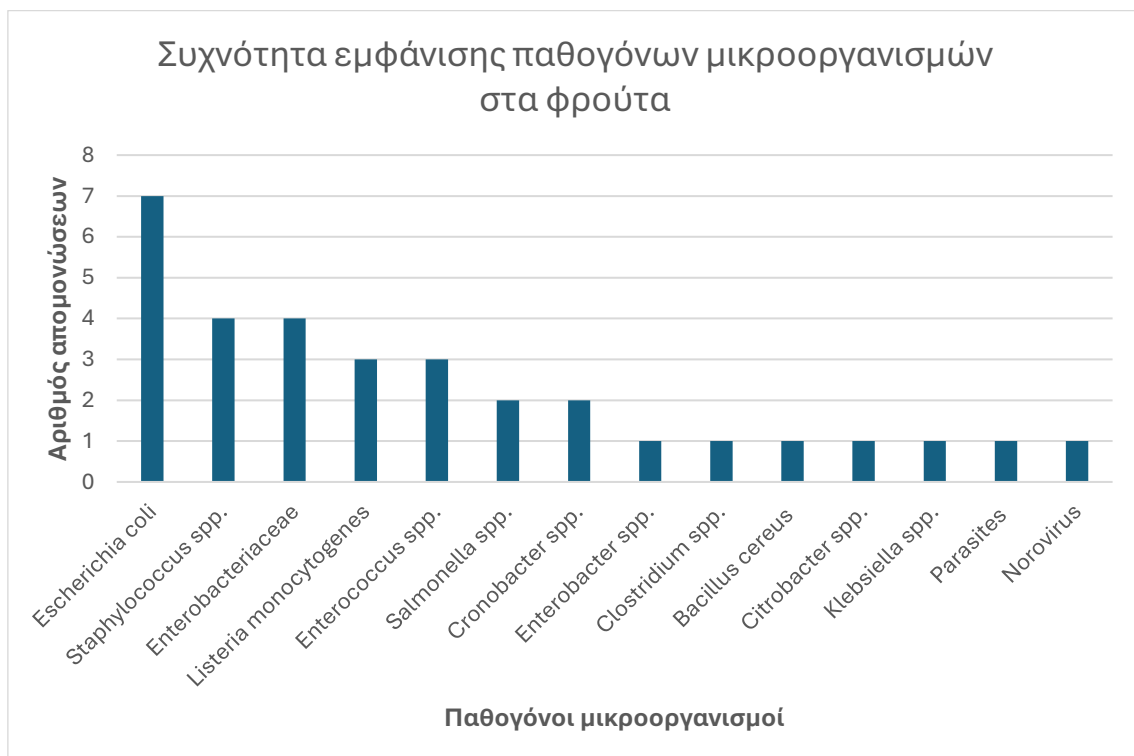
φρεσκοκομμένων φρούτων στην Ελβετία σε 2/64 δείγματα ή ποσοστό 3,12% του δείγματος που αφορούσε φρεσκοκομμένα φρούτα.

Στα μούρα βρέθηκε ακόμη και *Enterococcus* σε μπλε μύρτιλλο, σμέουρο και φράουλα (4%, 4% και 8% αντίστοιχα). Τα δείγματα αποκτήθηκαν από πολωνικές αλυσίδες σούπερ μάρκετ.

Επιπρόσθετα, παθογόνοι μικροοργανισμοί που βρέθηκαν σε μικρότερη συχνότητα σε φρέσκα φρούτα είναι οι *Clostridium* spp. και *Bacillus cereus*, οι οποίοι απομονώθηκαν από πεπόνι εισαγωγής (*Cucumis melo*). Τα δείγματα συγκεντρώθηκαν από καταστήματα χονδρικής και λιανικής πώλησης στη Γερμανία και η παρουσία των παθογόνων αφορούσε 42,9% για το *Clostridium* spp. στη φλούδα του φρούτου, 42,9% για το *B. cereus* στη φλούδα του φρούτου, ενώ 4,7% για το *B. cereus* στο εδάδιμο μέρος του φρούτου. Ακόμη, πραγματοποιήθηκε ανίχνευση στελεχών *Enterobacter*, *Citrobacter* και *Klebsiella* σε δείγματα μήλου (Golden Delicious) που συλλέχθηκαν από οπωρώνες και συσκευαστήρια της Ισπανίας. Καταλήγοντας, ανιχνεύτηκαν παράσιτα (*Cryptosporidium* sp. και *Giardia intestinalis*) και ιοί (norovirus) σε φράουλες στη Τσεχική Δημοκρατία. Όσον αφορά τα παράσιτα εντοπίστηκαν σε ποσοστό 4,5% σε φράουλες από το αγρόκτημα, 2,2% σε φράουλες τοπικής παραγωγής από το σούπερ μάρκετ και 4,0% σε φράουλες εισαγωγής από το σούπερ μάρκετ, ενώ τα norovirus εντοπίστηκαν σε ποσοστό 1,3% σε φράουλες από το αγρόκτημα και 4,0% σε φράουλες εισαγωγής από το σούπερ μάρκετ.



Γράφημα 3 . Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο στην Ευρώπη.



Γράφημα 4 . Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα στην Ευρώπη.

Πίνακας 2. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα στην Ευρώπη.

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Escherichia coli</i>	9,0-44,2%	Φράουλα	Αγρόκτημα	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
<i>E. coli</i>	2,2-62,2%	Φράουλα (τοπικής παραγωγής)	Σούπερ μάρκετ	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
<i>E. coli</i>	1,4-48,6%	Φράουλα (εισαγωγής)	Σούπερ μάρκετ	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
Coli bacteria	16% 20% 24%	-Μπλε μύρτιλλο -Σμέουρο -Φράουλα	Πολωνικές αλυσίδες σούπερ μάρκετ	Σκιερνιεβίτσε, Πολωνία	Kowalska & Szezech, 2024
<i>E. coli</i>	Ανίχνευση στα 4/26 δείγματα	Πεπόνι (<i>Cucumis melo</i> L. var. “Piel de Sapo”) κομμένο σε φέτες	Διάφορα τοπικά καταστήματα λιανικής πώλησης φρούτων	Πόρτο, Πορτογαλία	Tseng et al., 2022
<i>E. coli</i>	0,7% (rind) 1,4% (pulp)	Πεπόνι εισαγωγής (<i>Cucumis melo</i>)	Γερμανικά καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης	Γερμανία	Esteban-Cuesta et al., 2018
<i>Escherichia</i> strain	Ανίχνευση	Μήλο (Golden Delicious)	Οπωρώνες μήλων και συσκευαστήρια	Catalonia, Ισπανία	Abadias et al., 2006
<i>Staphylococcus</i> spp.	48,9% (pulp)	Πεπόνι εισαγωγής (<i>Cucumis melo</i>)	Γερμανικά καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης	Γερμανία	Esteban-Cuesta et al., 2018
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ανίχνευση στα 6/26 δείγματα	Πεπόνι (<i>Cucumis melo</i> L. var. “Piel de Sapo”) κομμένο σε φέτες	Διάφορα τοπικά καταστήματα λιανικής πώλησης φρούτων	Πόρτο, Πορτογαλία	Tseng et al., 2022
<i>Staphylococcus</i> spp.	15%	Φράουλα	Διανομείς νωπών προϊόντων και καταστήματα λιανικής	Όσλο, Νορβηγία	Johannessen et al., 2002
Coagulase-positive staphylococci	5,8%	Φρεσκοκομμένα μήλα	Εστιατόρια και σούπερ μάρκετ	Νότια Πορτογαλία	Graça et al., 2015

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Listeria monocytogenes</i>	2,2%	Φράουλα (τοπικής παραγωγής)	Σούπερ μάρκετ	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
<i>L. monocytogenes</i>	0,6%	Φράουλα	Αγρόκτημα	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
<i>L. monocytogenes</i>	0,6%	Φράουλα	Διανομείς νωπών προϊόντων και καταστήματα λιανικής	Όσλο, Νορβηγία	Johannessen et al., 2002
<i>L. monocytogenes</i>	Ανίχνευση	Φράουλα	Σούπερ μάρκετ, πράσινο παντοπωλείο	Τσεχική Δημοκρατία	Vojkovska et al., 2017
<i>Salmonella</i> spp.	Ανίχνευση 1/57	Δρύπη	Σημεία λιανικής πώλησης (δείγματα τόσο από ντόπιους προμηθευτές όσο και από άλλες περιοχές)	Ζιρόνα, Ισπανία	Badosa et al., 2008
<i>Salmonella</i> spp.	1,4% (rind) 0,7% (pulp)	Πεπόνι εισαγωγής (<i>Cucumis melo</i>)	Γερμανικά καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης	Γερμανία	Esteban-Cuesta et al., 2018
<i>Cronobacter</i> sp.	0,6-9,0%	Φράουλα	Αγρόκτημα	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
<i>Cronobacter</i> sp.	6,7%	Φράουλα (τοπικής παραγωγής)	Σούπερ μάρκετ	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
<i>Cronobacter</i> sp.	4%	Φράουλα (εισαγωγής)	Σούπερ μάρκετ	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
<i>Cronobacter sakazakii</i>	Ανίχνευση 2/64	Φρέσκα κομμένα φρούτα	Εργοστάσιο παραγωγής	Ελβετία	Althaus et al., 2012
Enterobacteriaceae	16% 32% 48%	-Μπλε μύρτιλλο -Σμέουρο -Φράουλα	Πολωνικές αλυσίδες σούπερ μάρκετ	Σκιερνιεβίτσε, Πολωνία	Kowalska & Szezech, 2024

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
Enterobacteriaceae	27,9% (pulp)	Πεπόνι εισαγωγής (<i>Cucumis melo</i>)	Γερμανικά καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης	Γερμανία	Esteban-Cuesta et al., 2018
<i>Enterococcus</i>	4% 4% 8%	-Μπλε μύρτιλλο -Σμέουρο -Φράουλα	Πολωνικές αλυσίδες σούπερ μάρκετ	Σκιερνιεβίτσε, Πολωνία	Kowalska & Szezech, 2024
<i>Clostridium</i> spp.	42,9% (pulp)	Πεπόνι εισαγωγής (<i>Cucumis melo</i>)	Γερμανικά καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης	Γερμανία	Esteban-Cuesta et al., 2018
<i>Bacillus cereus</i>	42,9% (rind) 4,7% (pulp)	Πεπόνι εισαγωγής (<i>Cucumis melo</i>)	Γερμανικά καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης	Γερμανία	Esteban-Cuesta et al., 2018
<i>Enterobacter</i> strain	Ανίχνευση	Μήλο (Golden Delicious)	Οπωρώνες μήλων και συσκευαστήρια	Catalonia, Ισπανία	Abadias et al., 2006
<i>Citrobacter</i> strain	Ανίχνευση	Μήλο (Golden Delicious)	Οπωρώνες μήλων και συσκευαστήρια	Catalonia, Ισπανία	Abadias et al., 2006
<i>Klebsiella</i> strain	Ανίχνευση	Μήλο (Golden Delicious)	Οπωρώνες μήλων και συσκευαστήρια	Catalonia, Ισπανία	Abadias et al., 2006
Parasites (<i>Cryptosporidium</i> sp. και <i>Giardia intestinalis</i>)	4,5%	Φράουλα	Αγρόκτημα	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
Parasites (<i>Cryptosporidium</i> sp. και <i>Giardia intestinalis</i>)	2,2%	Φράουλα (τοπικής παραγωγής)	Σούπερ μάρκετ	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
Parasites (<i>Cryptosporidium</i> sp. και <i>Giardia intestinalis</i>)	4,0%	Φράουλα (εισαγωγής)	Σούπερ μάρκετ	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
Norovirus	1,3%	Φράουλα	Αγρόκτημα	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018
Norovirus	4%	Φράουλα (εισαγωγής)	Σούπερ μάρκετ	Τσεχική Δημοκρατία	Dziedzinska et al., 2018

3.1.3 Ασία

Συνολικά, για την Ασία οι πιο σημαντικοί παθογόνοι μικροοργανισμοί που απομονώθηκαν από φρέσκα φρούτα είναι οι *Staphylococcus* spp., *E. coli* και *Salmonella* spp. (Γράφημα 6). Τα φρούτα στα οποία ανιχνεύθηκαν παθογόνοι μικροοργανισμοί στα υψηλότερα ποσοστά είναι η τομάτα, το μήλο και το μανταρίνι. Σε αντίθεση, τα φρούτα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες απομονώσεις (ανεξαρτήτου συγκέντρωσης) είναι το καρπούζι, ο ανανάς, το μήλο και τα διάφορα είδη φρουτοσαλάτας (Γράφημα 5).

Ειδικότερα (Πίνακα 3), το *E. coli* βρέθηκε στο υψηλότερο ποσοστό, 66,7% του δείγματος, σε τομάτα στην Ταϊλάνδη που συλλέχθηκε από υπαίθρια αγορά φρέσκων συμβατικών προϊόντων. Στην ίδια εργασία, τομάτα που συλλέχθηκε από σούπερ μάρκετ με πιστοποιημένα βιολογικά προϊόντα παρουσίασε πολύ χαμηλότερο ποσοστό μόλυνσης της τάξης του 33,3%, ενώ τομάτα που συλλέχθηκε από σούπερ μάρκετ με συμβατικά προϊόντα παρουσίασε το χαμηλότερο ποσοστό έναντι των άλλων δύο αγορών, 25% του δείγματος. Έπειτα, το *E. coli* ανιχνεύτηκε σε ακτινίδιο, σε δείγματα που πάρθηκαν απευθείας από διάφορους οπωρώνες ακτινιδίου στη Κίνα, σε ποσοστό 18,3% του δείγματος. Επίσης στην Κίνα, το *E. coli* βρέθηκε σε πληθώρα φρούτων σε πολύ χαμηλότερα ποσοστά, δηλαδή 4,13% σε δίσκο με διάφορα φρούτα, 0,92% σε πεπόνι (honeydew), 0,46% στα πιτάγια, καρπούζι, παπάγια-rawpaw, ανανά και γκρέιπφρουιτ. Τα δείγματα της τελευταίας έρευνας συγκεντρώθηκαν από κάθε είδους κατάστημα πώλησης νωπών προϊόντων συμπεριλαμβανομένων σούπερ μάρκετ, υπεραγορά, πλατφόρμα παράδοσης αγαθών, πράσινο παντοπωλείο και αγροτική αγορά. Επίσης, έρευνα από υπεραγορά του Μπαγκλαντές που επικεντρώθηκε στις συγκεντρώσεις των παθογόνων βρήκε *E. coli* σε java apple ($6,86 \pm 0,46 \log_{10} \text{ cfu/g}$), καραμπόλα ($6,31 \pm 0,68$

log₁₀ cfu/g), ινδικό φραγκοστάφυλο (6,91±0,28 log₁₀ cfu/g), καράνδρα (6,33±0,65 log₁₀ cfu/g) και αχλάδι (6,21±0,71 log₁₀ cfu/g). Ακόμη, *E. coli* κοπρανώδους προελεύσεως ανιχνεύτηκε σε φρούτα από πλανόδιους πωλητές της Ινδίας και ειδικότερα, σε ανανά (2/8 δείγματα ή 25%), καρπούζι (3/8 δείγματα ή 37,5%) και σε ποικιλία με διάφορα φρούτα κομμένα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο – 3/8 δείγματα ή 37,5%). Σύμφωνα με τις έρευνες που αναλύθηκαν το *E. coli* O157:H7 σε επίπεδο Ασίας απομονώθηκε από μήλα (*Malus pumila*) από σούπερ μάρκετ της Κορέας σε ποσοστό 3,3% του δείγματος.

Όσον αφορά το *Staphylococcus* spp., ανιχνεύτηκε σε ακτινίδια που ελήφθησαν για εξέταση από διάφορους οπωρώνες στην Κίνα, σε ποσοστό 3,9% του δείγματος. Ακόμη, έρευνα από υπεραγορά του Μπαγκλαντές που επικεντρώθηκε στις συγκεντρώσεις των παθογόνων βρήκε *Staphylococcus* spp. σε java apple (6,20±0,13 log₁₀ cfu/g), καραμπόλα (6,57±0,66 log₁₀ cfu/g), ινδικό φραγκοστάφυλο (6,55±0,61 log₁₀ cfu/g), καράνδρα (6,52±0,66 log₁₀ cfu/g) και αχλάδι (6,23±0,47 log₁₀ cfu/g). Ειδικότερα, το *S. aureus* απομονώθηκε σε πολύ υψηλά ποσοστά στον ανανά (σε 4/8 δείγματα ή 50%), στο καρπούζι (σε 7/8 δείγματα ή 87,5%) και σε μείγμα με διάφορα φρούτα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο – σε 5/8 δείγματα ή 62,5%). Αξίζει να σημειωθεί πως τα υψηλά αυτά ποσοστά καταγράφηκαν σε πλανόδιους πωλητές στην Ινδία. Αρκετά χαμηλότερα αν και όχι ασήμαντα ποσοστά *S. aureus* παρατηρήθηκαν σε τοματίνι και μανταρίνι από τοπικό κατάστημα στη Κορέα (10% και 3,3% αντίστοιχα), ενώ από αντίστοιχο σούπερ μάρκετ το τοματίνι εμφάνισε το παθογόνο σε ποσοστό 3,3% του δείγματος. Επίσης στη Κορέα, *S. aureus* βρέθηκε σε φρεσκοκομμένα φρούτα στο 7,5% του δείγματος, από πολυκαταστήματα και σούπερ μάρκετ. Τα χαμηλότερα ποσοστά του *S. aureus* παρατηρήθηκαν σε έρευνα στην Κίνα, στην οποία τα δείγματα πάρθηκαν

από πληθώρα καταστημάτων και έδειξαν, 6,42% σε δίσκο με διάφορα φρούτα, 4,13% σε πεπόνι (honeydew), 1,38% σε μάνγκο, 0,92% στα πιτάγια, ακτινίδιο, καρπούζι και bromel.

Σημαντική ήταν και η παρουσία του *Salmonella* spp. σε φρέσκα φρούτα στην Ασία. Οι υψηλότερες απομονώσεις παρατηρήθηκαν στον ανανά (σε 4/8 δείγματα ή 50%), στο καρπούζι (σε 2/8 δείγματα ή 25%), σε μείγμα διάφορων φρούτων (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο – σε 3/8 δείγματα ή 37,5%), δείγματα από πλανόδιους πωλητές της Ινδίας. Έπειτα, ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά *Salmonella* spp. βρέθηκαν σε τομάτα (30,8% του δείγματος) και μήλο (7,1% του δείγματος) από μεγάλα σούπερ μάρκετ και τοπικές αγορές της Σιγκαπούρης. Ακόμη, έρευνα σε υπεραγορά του Μπαγκλαντές που επικεντρώθηκε στις συγκεντρώσεις των παθογόνων βρήκε *Salmonella* spp. σε java apple ($6,38 \pm 0,78 \log_{10} \text{ cfu/g}$), καραμπόλα ($5,27 \pm 0,59 \log_{10} \text{ cfu/g}$), ινδικό φραγκοστάφυλο ($5,94 \pm 0,41 \log_{10} \text{ cfu/g}$), καράνδρα ($5,17 \pm 0,69 \log_{10} \text{ cfu/g}$) και αχλάδι ($6,19 \pm 0,16 \log_{10} \text{ cfu/g}$). Στο Μπαγκλαντές πραγματοποιήθηκε θετική ανίχνευση *Salmonella* spp. σε σποδιά η χρυσόκαρπη, γκουάβα, μήλο και τζίτζιφο, όταν τα δείγματα συγκεντρώθηκαν από υπαίθρια αγορά.

Επιπρόσθετα, το *B. cereus* εντοπίστηκε σε υψηλότερο ποσοστό σε μήλο (*Malus pumila* – 100% του δείγματος), μανταρίνι (*Citrus reticulata* – 70% του δείγματος) και τοματίνι (*Solanum lycopersicum* – 50% του δείγματος) όταν τα δείγματα συλλέχθηκαν από σούπερ μάρκετ της Κορέας. Σε αντίθετη περίπτωση όταν τα δείγματα προήλθαν από τοπικό κατάστημα, η παρουσία του παθογόνου ήταν 83,3% για το μήλο και το μανταρίνι και 70% για το τοματίνι. Σε ιδιαίτερα χαμηλότερο ποσοστό που ισούται με 2,5% βρέθηκε το συγκεκριμένο παθογόνο σε φρεσκοκομμένα φρούτα που πάρθηκαν από πολυκαταστήματα και σούπερ μάρκετ της Κορέας. Καταλήγοντας, ο παθογόνος

μικροοργανισμός *B. cereus* βρέθηκε σε φρεσκοκομμένο ανανά ($1,70 \pm 0,00 \log_{10}$ CFU/g), μείγμα φρεσκοκομμένων φρούτων (με μήλο, dragon fruit, σταφύλι, πράσινο σταφύλι, πράσινο ακτινίδιο, πορτοκάλι, ανανά, τομάτα – $2,08 \pm 0,47 \log_{10}$ CFU/g) και διαφορετικό μείγμα φρεσκοκομμένων φρούτων (με μήλο, κίτρο, dragon fruit, σταφύλι, πράσινο ακτινίδιο, πορτοκάλι, ανανά, τομάτα – $1,70 \pm 0,00 \log_{10}$ CFU/g). Η τελευταία αυτή έρευνα αφορούσε δείγματα που συλλέχθηκαν από κορεάτικο κατάστημα.

Συμπληρωματικά, στα φρέσκα φρούτα της Ασίας είχε παρουσία και το *Listeria* spp.. Το *Listeria* spp. απομονώθηκε από java apple ($3,84 \pm 0,86 \log_{10}$ cfu/g), καραμπόλα ($3,57 \pm 1,37 \log_{10}$ cfu/g), ινδικό φραγκοστάφυλο ($3,88 \pm 0,52 \log_{10}$ cfu/g), καράνδρα ($3,45 \pm 1,39 \log_{10}$ cfu/g) και αχλάδι ($3,74 \pm 0,58 \log_{10}$ cfu/g), δείγματα που επιλέχθηκαν από υπεραγορά του Μπανγκλαντές. Ειδικότερα, το *L. monocytogenes* βρέθηκε σε καρπούζια 1,83% του δείγματος, συλλεγμένα από πληθώρα καταστημάτων της Κίνας.

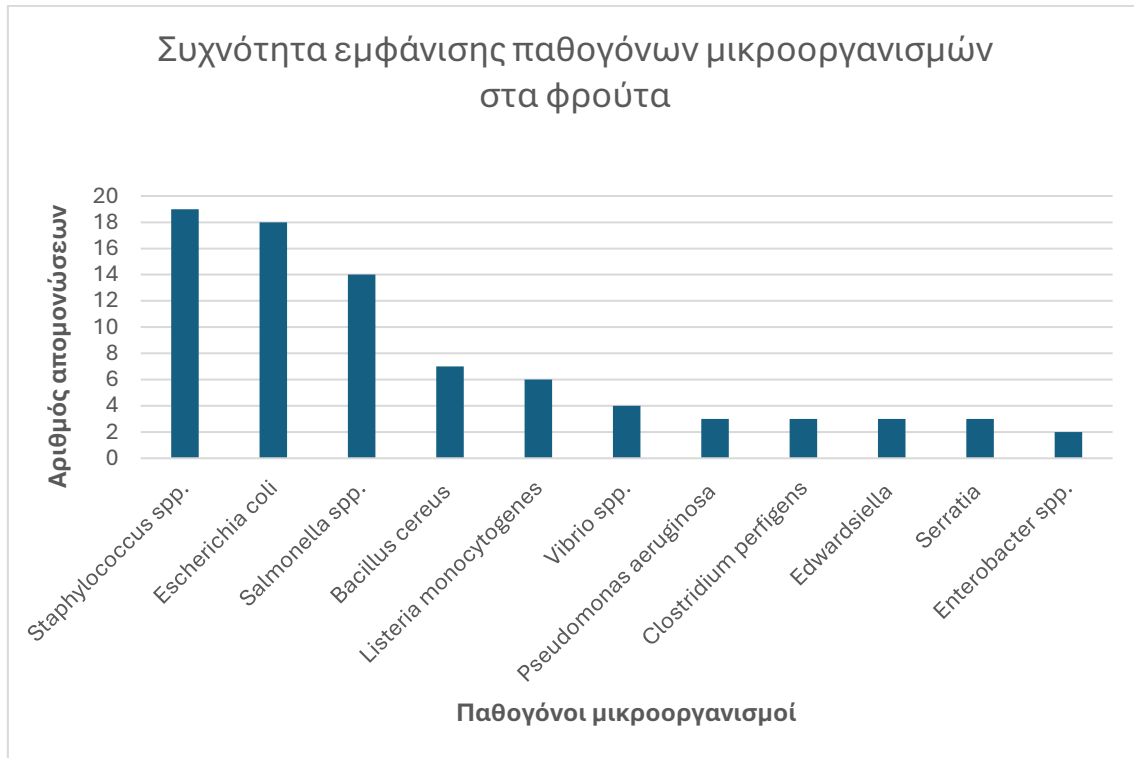
Ακόμη, στελέχη του *Vibrio*, παρουσίασαν θετική ανίχνευση στα σποδιά η χρυσόκαρπη, γκουάβα, μήλο, τζίτζιφο, τα δείγματα των οποίων συλλέχθηκαν από υπαίθρια αγορά του Μπανγκλαντές. Ένας άλλος παθογόνος μικροοργανισμός που βρέθηκε ήταν και το *Pseudomonas aeruginosa*, το οποίο απομονώθηκε από φρούτα που πωλούνταν από πλανόδιους πωλητές στην Ινδία, αναλυτικότερα από ανανά (σε 4/8 δείγματα ή 50%), καρπούζι (σε 7/8 δείγματα ή 87,5%) και μείγμα φρούτων σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο – σε 5/8 δείγματα ή 62,5%). Στην ίδια έρευνα με τους πλανόδιους πωλητές στην Ινδία ανιχνεύτηκαν και τα *Enterobacter*, *Edwardsiella* και *Serratia*. Το *Enterobacter* βρέθηκε σε καρπούζι (σε 5/8 δείγματα ή 62,5%) και μείγμα φρούτων σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο – σε 3/8 δείγματα ή 37,5%). Το *Edwardsiella* απομονώθηκε από ανανά (σε 1/8 δείγματα ή 12,5%), καρπούζι (σε 2/8 δείγματα ή 25%) και μείγμα φρούτων σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο – σε

3/8 δείγματα ή 37,5%). Το *Serratia* ανιχνεύτηκε σε ανανά (σε 2/8 δείγματα ή 25%), καρπούζι (σε 4/8 δείγματα ή 50%) και μείγμα φρούτων σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο – σε 4/8 δείγματα ή 50%).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί και η απομόνωση του *Clostridium perfigens* από μανταρίνι, μήλο, τοματίνι από σούπερ μάρκετ της Κορέας σε ποσοστό 26,7%. 10% και 10% αντίστοιχα, καθώς και από τοπικό κατάστημα 23,3% στο μήλο και 26,7% στο μανταρίνι.



Γράφημα 5. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο στην Ασία.



Γράφημα 6. Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα στην Ασία.

Πίνακας 3. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα στην Ασία.

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Escherichia coli</i>	66,7%	Τομάτα (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	Υπαίθρια αγορά φρέσκων συμβατικών προϊόντων	Μπανγκόκ, Ταϊλάνδη	Srisamran et al., 2022
<i>E. coli</i>	33,3%	Τομάτα (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	Σούπερ μάρκετ με πιστοποιημένα βιολογικά προϊόντα	Μπανγκόκ, Ταϊλάνδη	Srisamran et al., 2022
<i>E. coli</i>	25%	Τομάτα (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	Σούπερ μάρκετ με συμβατικά προϊόντα	Μπανγκόκ, Ταϊλάνδη	Srisamran et al., 2022
<i>E. coli</i>	18,3%	Ακτινίδιο	Διάφοροι οπωρώνες ακτινιδίου	Shaanxi province, Κίνα	Feng et al., 2014
<i>E. coli</i>	4,13% 0,92% 0,46% 0,46% 0,46% 0,46% 0,46%	Δίσκος με διάφορα φρούτα Πεπόνι (Honeydew) Πιτάγια Καρπούζι Παπάγια (Pawpaw) Ανανάς Γκρέιπφρουιτ	Σούπερ μάρκετ, υπεραγορά, πλατφόρμα παράδοσης αγαθών, πράσινο παντοπωλείο, αγροτική αγορά	Πεκίνο, Κίνα	Bai et al., 2024
<i>E. coli</i>	6,86±0,46 log 10 cfu/g 6,31±0,68 log 10 cfu/g 6,91±0,28 log 10 cfu/g 6,33±0,65 log 10 cfu/g 6,21±0,71 log 10 cfu/g	Java apple (<i>Syzygium cumini</i>) Καραμπόλα (<i>Averrhoa carambola</i>) Ινδικό φραγκοστάφυλλο (<i>Phyllanthus emblica</i>) Καράνδρα (<i>Carissa carandas</i>) Αχλάδι (<i>Pyrus</i>)	Υπεραγορά	Ντάκα, Μπανγκλαντές	Nur, 2020
Faecal <i>Escherichia coli</i>	-Ανίχνευση 2/8 -Ανίχνευση 3/8 -Ανίχνευση 3/8	-Ανανάς -Καρπούζι -Διάφορα φρούτα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο)	Πλανόδιοι πωλητές	Βομβάη, Ινδία	Viswanathan & Kaur, 2001
<i>E. coli</i> O157:H7	3,3%	-Μήλο (<i>Malus pumila</i>)	Σούπερ μάρκετ	Κορέα	Tango et al., 2018

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Staphylococcus aureus</i>	3,9%	Ακτινίδιο	Διάφοροι οπωρώνες ακτινιδίου	Shaanxi province, Κίνα	Feng et al., 2014
<i>Staphylococcus Spp.</i>	6,20±0,13 log 10 cfu/g 6,57±0,66 log 10 cfu/g 6,55±0,61 log 10 cfu/g 6,52±0,66 log 10 cfu/g 6,23±0,47 log 10 cfu/g	Java apple (<i>Syzygium cumini</i>) Καραμπόλα (<i>Averrhoa carambola</i>) Ινδικό φραγκοστάφυλλο (<i>Phyllanthus emblica</i>) Καράνδρα (<i>Carissa carandas</i>) Αχλάδι (<i>Pyrus</i>)	Υπεραγορά	Ντάκα, Μπανγκλαντές	Nur, 2020
<i>S. aureus</i>	-Ανίχνευση 4/8 -Ανίχνευση 7/8 -Ανίχνευση 5/8	-Ανανάς -Καρπούζι -Διάφορα φρούτα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο)	Πλανόδιοι πωλητές	Βομβάη, Ινδία	Viswanathan & Kaur, 2001
<i>S. aureus</i>	10% 3,3%	-Τοματίνι <i>Solanum lycopersicum</i> -Μανταρίνι <i>Citrus reticulata</i>	Τοπικό κατάστημα	Κορέα	Tango et al., 2018
<i>S. aureus</i>	3,3%	-Τοματίνι <i>Solanum lycopersicum</i>	Σούπερ μάρκετ	Κορέα	Tango et al., 2018
<i>S. aureus</i>	7,5%	Φρεσκοκομμένα φρούτα	Αναγνωρισμένα πολυκαταστήματα και σούπερ μάρκετ	Κορέα	Myung-Ji and Chan-Ick, 2022
<i>S. aureus</i>	6,42% 4,13% 0,92% 1,38% 0,92% 0,92% 0,92%	Δίσκος με διάφορα φρούτα Πεπόνι (Honeydew) Πιτάγια Μάνγκο Ακτινίδιο Φρούτο bromel Καρπούζι	Σούπερ μάρκετ, υπεραγορά, πλατφόρμα παράδοσης αγαθών, πράσινο παντοπωλείο, αγροτική αγορά	Πεκίνο, Κίνα	Bai et al., 2024
<i>Salmonella</i>	-Ανίχνευση 4/8 -Ανίχνευση 2/8 -Ανίχνευση 3/8	-Ανανάς -Καρπούζι -Διάφορα φρούτα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο)	Πλανόδιοι πωλητές	Βομβάη, Ινδία	Viswanathan & Kaur, 2001

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Salmonella</i> spp.	7,1% 30,8%	-Μήλο -Τομάτα	Μεγάλα σούπερ μάρκετ και τοπικές αγορές	Σιγκαπούρη	Seow et al., 2012
<i>Salmonella</i> spp.	6,38±0,78 log 10 cfu/g 5,27±0,59 log 10 cfu/g 5,94±0,41 log 10 cfu/g 5,17±0,69 log 10 cfu/g 6,19±0,16 log 10 cfu/g	Java apple (<i>Syzygium cumini</i>) Καραμπόλα (<i>Averrhoa carambola</i>) Ινδικό φραγκοστάφυλλο (<i>Phyllanthus emblica</i>) Καράνδρα (<i>Carissa carandas</i>) Αχλάδι (<i>Pyrus</i>)	Υπεραγορά	Ντάκα, Μπανγκλαντές	Nur, 2020
<i>Salmonella</i> spp.	Ανίχνευση	Σποδιάς η χρυσόκαρπη (<i>Spondias mombin</i>) Γκουάβα (<i>Psidium guajava</i>) Μήλο (<i>Malus domestica</i>) Τζιτζιφο (<i>Ziziphus</i>)	Υπαίθρια αγορά	Τσιτταγκόνγκ, Μπανγκλαντές	Biswas et al., 2020
<i>B. cereus</i>	50% 100% 70%	-Τοματίνι <i>Solanum lycopersicum</i> -Μήλο <i>Malus pumila</i> -Μανταρίνι <i>Citrus reticulata</i>	Σούπερ μάρκετ	Κορέα	Tango et al., 2018
<i>B. cereus</i>	70% 83,3% 83,3%	-Τοματίνι <i>Solanum lycopersicum</i> -Μήλο <i>Malus pumila</i> -Μανταρίνι <i>Citrus reticulata</i>	Τοπικό κατάστημα	Κορέα	Tango et al., 2018
<i>B. cereus</i>	2,5%	Φρεσκοκομμένα φρούτα	Αναγνωρισμένα πολυκαταστήματα και σούπερ μάρκετ	Κορέα	Myung-Ji & Chan-Ick, 2022
<i>B. cereus</i>	1,70 ±0,00 log10 CFU/g 2,08 ±0,47 log10 CFU/g 1,70 ±0,00 log10 CFU/g	-Φρεσκοκομμένος ανανάς -Μείγμα φρεσκοκομμένων φρούτων με μήλο, dragon fruit, σταφύλι, πράσινο σταφύλι, πράσινο ακτινίδιο, πορτοκάλι, ανανά, τομάτα -Μείγμα φρεσκοκομμένων φρούτων με μήλο, κίτρο, dragon fruit,	Κορεάτικο κατάστημα	Κορέα	Jang et al., 2021

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
		σταφύλι, πράσινο ακτινίδιο, πορτοκάλι, ανανά, τομάτα			
<i>Listeria</i> spp.	3,84±0,86 log 10 cfu/g 3,57±1,37 log 10 cfu/g 3,88±0,52 log 10 cfu/g 3,45±1,39 log 10 cfu/g 3,74±0,58 log 10 cfu/g	Java apple (<i>Syzygium cumini</i>) Καραμπόλα (<i>Averrhoa carambola</i>) Ινδικό φραγκοστάφυλλο (<i>Phyllanthus emblica</i>) Καράνδρα (<i>Carissa carandas</i>) Αχλάδι (<i>Pyrus</i>)	Υπεραγορά	Ντάκα, Μπανγκλαντές	Nur, 2020
<i>L. monocytogenes</i>	1,83%	Καρπούζι	Σούπερ μάρκετ, υπεραγορά, πλατφόρμα παράδοσης αγαθών, πράσινο παντοπωλείο, αγροτική αγορά	Πεκίνο, Κίνα	Bai et al., 2024
<i>Vibrio</i> spp.	Ανίχνευση	Σποδιάς η χρυσόκαρπη (<i>Spondias mombin</i>) Γκουάβα (<i>Psidium guajava</i>) Μήλο (<i>Malus domestica</i>) Τζιτζιφο (<i>Ziziphus</i>)	Υπαίθρια αγορά	Τσιτταγκόνγκ, Μπανγκλαντές	Biswas et al., 2020
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-Ανίχνευση 4/8 -Ανίχνευση 7/8 -Ανίχνευση 5/8	-Ανανάς -Καρπούζι -Διάφορα φρούτα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο)	Πλανόδιοι πωλητές	Βομβάη, Ινδία	Viswanathan & Kaur, 2001
<i>Enterobacter</i>	-Ανίχνευση 5/8 -Ανίχνευση 3/8	-Καρπούζι -Διάφορα φρούτα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο)	Πλανόδιοι πωλητές	Βομβάη, Ινδία	Viswanathan & Kaur, 2001
<i>Edwardsiella</i>	-Ανίχνευση 1/8 -Ανίχνευση 2/8 -Ανίχνευση 3/8	-Ανανάς -Καρπούζι -Διάφορα φρούτα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο)	Πλανόδιοι πωλητές	Βομβάη, Ινδία	Viswanathan & Kaur, 2001

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Serratia</i>	-Ανίχνευση 2/8 -Ανίχνευση 4/8 -Ανίχνευση 4/8	-Ανανάς -Καρπούζι -Διάφορα φρούτα σε φέτες (γκουάβα, μπανάνα, μήλο, μάνγκο)	Πλανόδιοι πωλητές	Βομβάη, Ινδία	Viswanathan & Kaur, 2001
<i>Clostridium perfringens</i>	10% 10% 26,7%	-Τοματίνι <i>Solanum lycopersicum</i> -Μήλο <i>Malus pumila</i> -Μανταρίνι <i>Citrus reticulata</i>	Σούπερ μάρκετ	Κορέα	Tango et al., 2018
<i>C. perfringens</i>	23,3% 26,7%	-Μήλο <i>Malus pumila</i> -Μανταρίνι <i>Citrus reticulata</i>	Τοπικό κατάστημα	Κορέα	Tango et al., 2018

3.1.4 Αφρική

Συγκεντρωτικά, για την Αφρική οι πιο σημαντικοί παθογόνοι μικροοργανισμοί που απομονώθηκαν από φρέσκα φρούτα είναι οι *Staphylococcus* spp., *E. coli* και *Salmonella* spp. (βλ. Γράφημα 8). Τα φρούτα στα οποία ανιχνεύθηκαν παθογόνοι μικροοργανισμοί στα υψηλότερα ποσοστά είναι η φράουλα, ο ανανάς, το καρπούζι και τη παπάγια (rawraw). Σε αντίθεση, τα φρούτα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες απομονώσεις (ανεξαρτήτου συγκέντρωσης) είναι το καρπούζι, ο ανανάς, το μήλο και τη παπάγια (rawraw) (βλ.Γράφημα 7).

Αρχικά (βλ. Πίνακα 4), σε αρκετές απομονώσεις βρέθηκε το *E. coli*. Σε μεγαλύτερα ποσοστά, το *E. coli* ανιχνεύτηκε σε φρεσκοκομμένο ανανά (σε 26/50 δείγματα ή 52%), φρεσκοκομμένο καρπούζι (σε 22/50 δείγματα ή 44%), φρεσκοκομμένη παπάγια-rawraw (σε 21/50 δείγματα ή 42%), δείγματα που συλλέχθηκαν από καταστήματα λιανικής στη Νιγηρία. Στην ίδια περιοχή της Νιγηρίας βρέθηκε *E. coli* και σε δείγματα τομάτας (40% του δείγματος) που επιλέχθηκαν από το κατάστημα. Παρόμοια ποσοστά βρέθηκαν και σε φράουλα (40% του δείγματος) και μάνγκο σε φέτες (22,5% του δείγματος) σε υπαίθρια αγορά με πωλητές φρούτων στη Σενεγάλη. Σε ιδιαίτερα χαμηλότερα ποσοστά αν και άξια αναφοράς εντοπίστηκε το συγκεκριμένο παθογόνο στη Νιγηρία σε τοποθεσίες γύρω και εντός της πανεπιστημιούπολης σε μήλο (*Malus sylvestris* – 6,4%), μπανάνα (*Musa paradisiacal* – 5,6%), πορτοκάλι χωρίς φλούδα (*Citrus sinensis* – 7,2%), παπάγια -rawraw σε φέτες (*Carica papaya* – 5,6%) και καρπούζι σε φέτες (*Citrullus lanatus* – 4%). Ακόμη, θετική ανίχνευση παρατηρήθηκε και σε ανανά (*Ananas comosus* L.) που συλλέχθηκε από πλανόδιους πωλητές, τοπική αγορά και καφετέρια της Νιγηρίας. Επίσης, θετική ανίχνευση καταγράφηκε σε συσκευασμένη φρουτοσαλάτα και παπάγια-rawraw σε φέτες, δείγματα που ελήφθησαν από τοπικό

κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου στη Νιγηρία. Ειδικότερα, το *E. coli* O157:H7 βρέθηκε σε πειραματική εργασία που πήρε δείγματα από ολοκληρωμένη μονάδα εμπορικού οπωρώνα και συσκευαστηρίου με πιστοποίηση GLOBAL G.A.P. στη Νότια Αφρική, σε ροδάκινο (*Prunus persica* L.) στο στάδιο πριν τη συσκευασία.

Αξιοσημείωτη ήταν και η παρουσία του *S. aureus* σε φρέσκα φρούτα της Αφρικής. Σε υψηλότερα ποσοστά βρέθηκε σε φρεσκοκομμένο ανανά (σε 6/50 δείγματα ή 12%), φρεσκοκομμένο καρπούζι (σε 13/50 δείγματα ή 26%), φρεσκοκομμένη παπάγια-rawraw (σε 10/50 δείγματα ή 20%), τα δείγματα αυτά συλλέχθηκαν από καταστήματα λιανικής της Νιγηρίας. Σε χαμηλότερα ποσοστά το *S. aureus* εντοπίστηκε σε μήλο (*Malus sylvestris* – 6,4%), μπανάνα (*Musa paradisiacal* – 10,4%), πορτοκάλι χωρίς φλούδα (*Citrus sinensis* - 8%), παπάγια -rawraw σε φέτες (*Carica papaya* – 11,2%) και καρπούζι σε φέτες (*Citrullus lanatus* – 10,4%) πάλι στη Νιγηρία, αυτή τη φορά σε δείγματα που προήλθαν από τοποθεσίες από και γύρω από τη πανεπιστημιούπολη. Στην ίδια έρευνα βρέθηκε και Coagulase negative *Staphylococci* στα μήλο, μπανάνα, πορτοκάλι χωρίς φλούδα, παπάγια (rawraw σε φέτες) και καρπούζι (σε φέτες) σε ποσοστά 3,2%, 4%, 2,4%, 1,6% και 2,4% αντίστοιχα. Ακόμη, το συγκεκριμένο παθογόνο βρέθηκε και σε τομάτα (*Solanum lycopersicum*), που συλλέχθηκε από πωλητές στη παλιά τοπική αγορά της Νιγηρίας και είχε επικράτηση 16,67%. Άλλη μία θετική ανίχνευση πραγματοποιήθηκε στη Νιγηρία σε μήλο (*Malus domestica* Borkh), ανανά (*Ananas comosus* L.) και καρπούζι (*Citrullus lanatus* Thunb.) που επιλέχθηκαν από πλανόδιους πωλητές, τοπική αγορά και καφετέρια. Θετικά δείγματα στο *S. aureus* βρέθηκαν και σε μήλο, συσκευασμένη φρουτοσαλάτα, ανανά σε φέτες, καρπούζι σε φέτες από τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου στη Νιγηρία. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε ολοκληρωμένη μονάδα εμπορικού οπωρώνα και συσκευαστηρίου με πιστοποίηση

GLOBAL G.A.P. στη Νότια Αφρική βρέθηκε το *S. aureus* σε ροδάκινο (*Prunus persica* L.) στο στάδιο του συσκευαστηρίου.

Ακολούθως αναφέρονται οι απομονώσεις του *Salmonella* spp. με βάση τις έρευνες που εξετάστηκαν για την Αφρική. *Salmonella* spp. απομονώθηκε από φρεσκοκομμένο ανανά (σε 7/50 δείγματα ή 14%), φρεσκοκομμένο καρπούζι (σε 3/50 δείγματα ή 6%), φρεσκοκομμένη παπάγια-rawraw (σε 3/50 δείγματα ή 6%), δείγματα που προήλθαν από καταστήματα λιανικής της Νιγηρίας. Θετική ανίχνευση του *Salmonella* spp. βρέθηκε σε παπάγια-rawraw σε φέτες και καρπούζι σε φέτες από δείγματα που συλλέχθηκαν τόσο από τοπικό κατάστημα όσο και από κυλικείο πανεπιστημίου στην Νιγηρία. Επιπλέον, θετική ανίχνευση *Salmonella* spp. εντοπίστηκε και σε μήλο (*Malus domestica* Borkh), ανανά (*Ananas comosus* L.) και καρπούζι (*Citrullus lanatus* Thunb.) που επιλέχθηκαν από πλανόδιους πωλητές, τοπική αγορά και καφετέρια της Νιγηρίας. Συγκεκριμένα, *Salmonella* Enteritis απομονώθηκε από μήλο (*Malus sylvestris* – 4%), μπανάνα (*Musa paradisiacal* – 0,8%), πορτοκάλι χωρίς φλούδα (*Citrus sinensis* – 0,8%), παπάγια -rawraw σε φέτες (*Carica papaya* – 2,4%) και καρπούζι σε φέτες (*Citrullus lanatus* – 3,2%) στη Νιγηρία, σε δείγματα που προήλθαν από τοποθεσίες από και γύρω από τη πανεπιστημιούπολη. Ακόμη, *Salmonella* Typhī βρέθηκε σε τομάτα σε ποσοστό 40% σε δείγματα που συλλέχθηκαν από κατάστημα της Νιγηρίας.

Επιπρόσθετα, το *Bacillus* spp. είχε θετική ανίχνευση σε καρπούζι (*Citrullus lanatus* Thunb.) σε ερευνητική εργασία με δείγματα από πλανόδιους πωλητές, τοπική αγορά και καφετέρια στη Νιγηρία. Σε δείγματα από τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου της Νιγηρίας ανιχνεύτηκε τόσο *Bacillus* spp. σε μήλο, συσκευασμένη φρουτοσαλάτα, ανανά σε φέτες, όσο και *Bacillus subtilis* σε μήλο, παπάγια-rawraw σε

φέτες, ανανά σε φέτες και καρπούζι σε φέτες. Το παθογόνο *B. subtilis* βρέθηκε και σε δείγματα από πωλητές στην παλιά τοπική αγορά της Νιγηρίας σε μπανάνα (*Musa* spp. – επικράτηση 33,33%) και τομάτα (*Solanum lycopersicum* – επικράτηση 33,33%).

Συγχρόνως παρατηρήθηκαν και απομονώσεις *Enterobacter* spp. από συσκευασμένη φρουτοσαλάτα και καρπούζι σε φέτες, δείγματα που συλλέχθηκαν από τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου στη Νιγηρία. Ειδικότερα το *Enterobacter aerogenes* ανιχνεύτηκε σε φρεσκοκομμένο καρπούζι (σε 2/50 δείγματα ή 4%) και φρεσκοκομμένη παπάγια-rawraw (σε 1/50 δείγματα ή 2%), δείγματα από καταστήματα λιανικής της Νιγηρίας. *E. aerogenes* βρέθηκε και σε τομάτα (*Solanum lycopersicum* – επικράτηση 16,67%) προμηθευόμενη από πωλητές στη παλιά τοπική αγορά της Νιγηρίας.

Το *Aspergillus* spp. ανιχνεύτηκε σε δείγματα αγγουριού (σε 3/10 δείγματα ή 30%), πορτοκαλιού (σε 3/10 δείγματα ή 30%), τομάτας (σε 3/10 δείγματα ή 30%), καρπουζιού (σε 3/10 δείγματα ή 30%) από μεγάλα καταστήματα της Νιγηρίας. Πιο συγκεκριμένα, το *Aspergillus niger* απομονώθηκε από συσκευασμένη φρουτοσαλάτα, ανανά σε φέτες, καρπούζι σε φέτες από τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου της Νιγηρίας. Ακόμη, το *A. niger* βρέθηκε σε κομμένο πορτοκάλι (10% του δείγματος) και κομμένο καρπούζι (38% του δείγματος) που πάρθηκε από πωλητές φρούτων της Νιγηρίας. Στο κομμένο καρπούζι της τελευταίας έρευνας εντοπίστηκε και *Aspergillus fumigatus* σε ποσοστό 6% του δείγματος.

Όσον αφορά το *Klebsiella* spp., αυτό απομονώθηκε από μπανάνα (*Musa* spp. – επικράτηση 66,66%) και τομάτα (*Solanum lycopersicum* – επικράτηση 33,33%), δείγματα από πωλητές της παλιάς τοπικής αγοράς της Νιγηρίας. Συγκεκριμένα, το *Klebsiella pneumonia* ανιχνεύτηκε σε φρεσκοκομμένο καρπούζι (σε 2/50 δείγματα ή 4%)

σε δείγματα από καταστήματα λιανικής της Νιγηρίας. Ακόμη, *K. pneumonia* βρέθηκε και σε μήλο και παπάγια (rawraw-σε φέτες) από τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου της Νιγηρίας.

Επιπρόσθετα, *Vibrio* spp. απομονώθηκε από φράουλα (15% του δείγματος) και μάνγκο σε φέτες (47,5% του δείγματος) όταν τα δείγματα επιλέχθηκαν από πωλητές φρούτων και υπαίθρια αγορά της Σενεγάλης. Πιο συγκεκριμένα, το *Vibrio cholerae* ανιχνεύτηκε σε τομάτα (40% του δείγματος) σε κατάστημα στη Νιγηρία.

Υπήρξαν και απομονώσεις *Pseudomonas aeruginosa* από φρεσκοκομμένο ανανά (σε 2/50 δείγματα ή 4%) όταν τα δείγματα συλλέχθηκαν από καταστήματα λιανικής της Νιγηρίας. Επίσης, υπήρξε θετική ανίχνευση του *P. aeruginosa* σε μήλο από τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου της Νιγηρίας.

Μικρότερη αλλά όχι ασήμαντη παρουσία είχε και το *Proteus* spp., το οποίο ανιχνεύτηκε σε φρεσκοκομμένο ανανά (σε 9/50 δείγματα ή 18%), σε φρεσκοκομμένο καρπούζι (σε 5/50 δείγματα ή 10%), σε φρεσκοκομμένη παπάγια- rawraw (σε 4/50 δείγματα ή 8%), δείγματα που προήλθαν από καταστήματα λιανικής της Νιγηρίας. Θετική ανίχνευση *Proteus* spp. υπήρξε ακόμη μία φορά σε καρπούζι σε φέτες από τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου της Νιγηρίας.

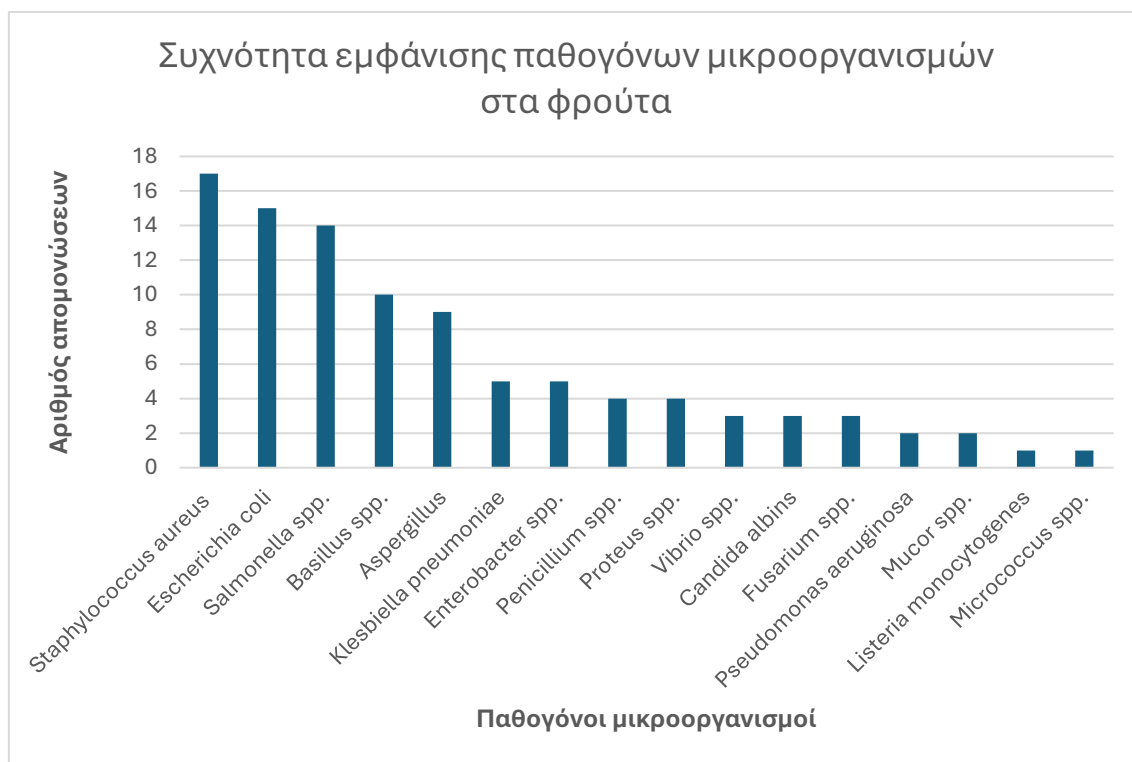
Ακόμη, παθογόνοι μικροοργανισμοί που βρέθηκαν σε μικρότερη συχνότητα σε φρέσκα φρούτα είναι οι ακόλουθοι. Το *Listeria* spp. ανιχνεύτηκε σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε ολοκληρωμένη μονάδα εμπορικού οπωρώνα και συσκευαστηρίου με πιστοποίηση GLOBAL G.A.P., για την ακρίβεια σε ροδάκινο (*Prunus persica* L.) στο στάδιο του οπωρώνα. Το *Penicillium* spp. απομονώθηκε από μήλο, παπάγια-rawraw σε φέτες, ανανά σε φέτες, καρπούζι σε φέτες, σε δείγματα που συλλέχθηκαν τόσο από τοπικό κατάστημα όσο και από κυλικείο πανεπιστημίου στη Νιγηρία. Στην ίδια

ερευνητική εργασία ανιχνεύτηκε *Micrococcus* spp. σε συσκευασμένη φρουτοσαλάτα και *Mucor* spp. σε ανανά σε φέτες και παπάγια -rawraw σε φέτες.

Επιπρόσθετα, σε δείγματα από μεγάλα καταστήματα της Νιγηρίας βρέθηκε *Candida albins* σε μήλο (σε 5/10 δείγματα ή 50%), αγγούρι (σε 2/10 δείγματα ή 40%), τομάτα (σε 3/10 δείγματα ή 30%) και *Fusarium* spp. σε μήλο (σε 2/10 δείγματα ή 20%), πορτοκάλι (σε 3/10 δείγματα ή 30%), καρπούζι (σε 1/10 δείγματα ή 10%).



Γράφημα 7. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο στην Αφρική.



Γράφημα 8. Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα στην Αφρική.

Πίνακας 4. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα στην Αφρική.

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Escherichia coli</i>	Ανίχνευση 26/50 Ανίχνευση 22/50 Ανίχνευση 21/50	Φρεσκοκομμένα φρούτα: -Ανανάς -Καρπούζι -Παπάγια (Pawpaw)	Καταστήματα λιανικής	Kano metropolis, Νιγηρία	Chukwu et al., 2010
<i>E. coli</i>	40%	Τομάτα	Κατάστημα	Kano metropolis, Νιγηρία	Bukar et al., 2010
<i>E. coli</i>	40% 22,5%	-Φράουλα -Μάνγκο σε φέτες	Πωλητές φρούτων, υπαίθρια αγορά	Ντακάρ, Σενεγάλη	Sane et al., 2024
<i>E. coli</i>	6,4% 5,6% 7,2% 5,6% 4%	-Μήλο (<i>Malus sylvestris</i>) -Μπανάνα (<i>Musa paradisiacal</i>) -Πορτοκάλι χωρίς φλούδα (<i>Citrus sinensis</i>) -Παπάγια (pawpaw- <i>Carica papaya</i>) σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες (<i>Citrullus lanatus</i>)	Τοποθεσίες εντός και γύρω από τη πανεπιστημιούπολη Ugbowo	Edo State, Νιγηρία	Iyoha & Agoreyo, 2015
<i>E. coli</i>	Ανίχνευση	-Ανανάς (<i>Ananas comosus</i> L.)	Πλανόδιος πωλητής, τοπική αγορά και καφετέρια	Sango Ota, Νιγηρία	Eni et al., 2010
<i>E. coli</i>	Ανίχνευση	-Συσκευασμένη φρουτοσαλάτα -Παπάγια (pawpaw) σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>E. coli</i> O157:H7	Ανίχνευση	Ροδάκινο (<i>Prunus persica</i> L.) - Στο στάδιο πριν τη συσκευασία.	Ολοκληρωμένη μονάδα εμπορικού οπωρώνα και συσκευαστηρίου με	Επαρχία Limpopo, Νότια Αφρική	Duvenage & Korsten, 2017

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
			πιστοποίηση GlobalG.A.P.		
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ανίχνευση 6/50 Ανίχνευση 13/50 Ανίχνευση 10/50	Φρεσκοκομμένα φρούτα: -Ανανάς -Καρπούζι -Παπάγια (Pawpaw)	Καταστήματα λιανικής	Kano metropolis, Νιγηρία	Chukwu et al., 2010
<i>S. aureus</i>	6,4% 10,4% 8% 11,2% 10,4%	-Μήλο (<i>Malus sylvestris</i>) -Μπανάνα (<i>Musa paradisiacal</i>) -Πορτοκάλι χωρίς φλούδα (<i>Citrus sinensis</i>) -Παπάγια (pawpaw - <i>Carica papaya</i>) σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες (<i>Citrullus lanatus</i>)	Τοποθεσίες εντός και γύρω από τη πανεπιστημιούπολη Ugbowo	Edo State, Νιγηρία	Iyoha & Agoreyo, 2015
Coagulase negative Staphylococci	3,2% 4% 2,4% 1,6% 2,4%	-Μήλο (<i>Malus sylvestris</i>) -Μπανάνα (<i>Musa paradisiacal</i>) -Πορτοκάλι χωρίς φλούδα (<i>Citrus sinensis</i>) -Παπάγια (pawpaw - <i>Carica papaya</i>) σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες (<i>Citrullus lanatus</i>)	Τοποθεσίες εντός και γύρω από τη πανεπιστημιούπολη Ugbowo	Edo State, Νιγηρία	Iyoha & Agoreyo, 2015
<i>S. aureus</i>	Ανίχνευση Επικράτηση: 16,67%	-Τομάτα (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Πωλητές στην παλιά τοπική αγορά	Patigi, Kwara State, Νιγηρία	Abdulrahaman et al., 2024

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>S. aureus</i>	Ανίχνευση	-Μήλο (<i>Malus domestica</i> Borkh) -Ανανάς (<i>Ananas comosus</i> L.) -Καρπούζι (<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.)	Πλανόδιος πωλητής, τοπική αγορά και καφετέρια	Sango Ota, Νιγηρία	Eni et al., 2010
<i>S. aureus</i>	Ανίχνευση	-Μήλο -Συσκευασμένη φρουτοσαλάτα -Ανανάς σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>S. aureus</i>	Ανίχνευση	Ροδάκινο (<i>Prunus persica</i> L.) - Στο συσκευαστήριο	Ολοκληρωμένη μονάδα εμπορικού οπωρώνα και συσκευαστηρίου με πιστοποίηση GlobalG.A.P.	Επαρχία Limpopo, Νότια Αφρική	Duvenage & Korsten, 2017
<i>Salmonella</i> species	Ανίχνευση 7/50 Ανίχνευση 3/50 Ανίχνευση 3/50	Φρεσκοκομμένα φρούτα: -Ανανάς -Καρπούζι -Παπάγια (Pawpaw)	Καταστήματα λιανικής	Kano metropolis, Νιγηρία	Chukwu et al., 2010
<i>Salmonella</i> spp.	Ανίχνευση	-Παπάγια (pawpaw) σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Salmonella</i> spp.	Ανίχνευση	-Μήλο (<i>Malus domestica</i> Borkh) -Ανανάς (<i>Ananas comosus</i> L.) -Καρπούζι (<i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)	Πλανόδιος πωλητής, τοπική αγορά και καφετέρια	Sango Ota, Νιγηρία	Eni et al., 2010
<i>Salmonella</i> Enteritidis	4% 0,8%	-Μήλο (<i>Malus sylvestris</i>) -Μπανάνα	Τοποθεσίες εντός και γύρω από τη	Edo State, Νιγηρία	Iyoha & Agoreyo, 2015

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
	0,8% 2,4% 3,2%	(<i>Musa paradisiacal</i>) -Πορτοκάλι χωρίς φλούδα (<i>Citrus sinensis</i>) -Παπάγια (pawpaw - <i>Carica papaya</i>) σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες (<i>Citrullus lanatus</i>)	πανεπιστημιούπολη Ugbowo		
<i>Salmonella</i> Typhi	40%	Τομάτα	Κατάστημα	Kano metropolis, Νιγηρία	Bukar et al., 2010
<i>Bacillus</i> spp.	Ανίχνευση	-Καρπούζι (<i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)	Πλανόδιος πωλητής, τοπική αγορά και καφετέρια	Sango Ota, Νιγηρία	Eni et al., 2010
<i>Bacillus</i> spp.	Ανίχνευση	-Μήλο -Συσκευασμένη φρουτοσαλάτα -Ανανάς σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Bacillus subtilis</i>	Ανίχνευση	-Μήλο - Παπάγια (pawpaw) σε φέτες -Ανανάς σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>B. subtilis</i>	Ανίχνευση Επικράτηση: 33,33% 33,33%	-Μπανάνα (<i>Musa</i> spp.) -Τομάτα (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Πωλητές στην παλιά τοπική αγορά	Patigi, Kwara State, Νιγηρία	Abdulrahaman et al., 2024
<i>Enterobacter</i> spp.	Ανίχνευση	-Συσκευασμένη φρουτοσαλάτα --Καρπούζι σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Enterbacter aerogenes</i>	Ανίχνευση 2/50 Ανίχνευση 1/50	Φρεσκοκομμένα φρούτα: -Καρπούζι - Παπάγια (pawpaw)	Καταστήματα λιανικής	Kano metropolis, Νιγηρία	Chukwu et al., 2010

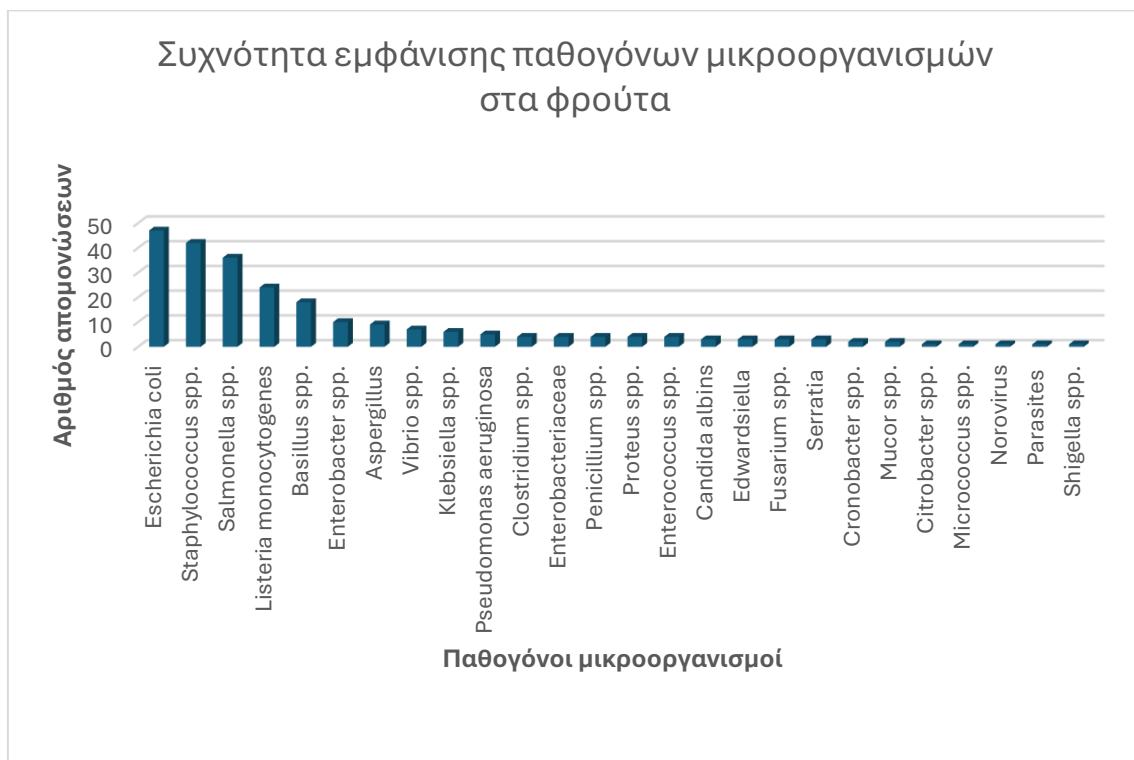
Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>E. aerogenes</i>	Ανίχνευση Επικράτηση: 16,67%	-Τομάτα (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Πωλητές στην παλιά τοπική αγορά	Patigi, Kwara State, Νιγηρία	Abdulrahaman et al., 2024
<i>Aspergillus</i> spp.	Ανίχνευση 3/10 Ανίχνευση 3/10 Ανίχνευση 3/10 Ανίχνευση 3/10	-Αγγούρι -Πορτοκάλι -Τομάτα -Καρπούζι	Μεγάλα καταστήματα	Owo, Νοτιοδυτική Νιγηρία	Oladele et al., 2022
<i>Aspergillus niger</i>	Ανίχνευση	-Συσκευασμένη φρουτοσαλάτα -Ανανάς σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>A. niger</i>	10% 38%	Πορτοκάλι (κομμένο) Καρπούζι (κομμένο)	Πωλητές φρούτων	Αμπούτζα, Νιγηρία	Ibeh et al., 2024
<i>Aspergillus fumigatus</i>	6%	Καρπούζι (κομμένο)	Πωλητές φρούτων	Αμπούτζα, Νιγηρία	Ibeh et al., 2024
<i>Klebsiella</i> sp.	Ανίχνευση Επικράτηση: 66,66% 33,33%	-Μπανάνα (<i>Musa</i> spp.) -Τομάτα (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Πωλητές στην παλιά τοπική αγορά	Patigi, Kwara State, Νιγηρία	Abdulrahaman et al., 2024
<i>Klebsiella pneumonia</i>	Ανίχνευση 2/50	Φρεσκοκομμένα φρούτα: -Καρπούζι	Καταστήματα λιανικής	Kano metropolis, Νιγηρία	Chukwu et al., 2010
<i>K. pneumoniae</i>	Ανίχνευση	-Μήλο -Παπάγια (Pawpaw) σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Vibrio</i> spp.	15% 47,5%	Φράουλα Μάνγκο σε φέτες	Πωλητές φρούτων, υπαίθρια αγορά	Ντακάρ, Σενεγάλη	Sane et al., 2024
<i>Vibrio cholerae</i>	40%	Τομάτα	Κατάστημα	Kano metropolis, Νιγηρία	Bukar et al., 2010

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ανίχνευση 2/50	Φρεσκοκομμένα φρούτα: -Ανανάς	Καταστήματα λιανικής	Kano metropolis, Νιγηρία	Chukwu et al., 2010
<i>P. aeruginosa</i>	Ανίχνευση	-Μήλο	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Proteus species</i>	Ανίχνευση 9/50 Ανίχνευση 5/50 Ανίχνευση 4/50	Φρεσκοκομμένα φρούτα: -Ανανάς -Καρπούζι -Παπάγια (Pawpaw)	Καταστήματα λιανικής	Kano metropolis, Νιγηρία	Chukwu et al., 2010
<i>Proteus spp</i>	Ανίχνευση	-Καρπούζι σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Listeria spp.</i>	Ανίχνευση	Ροδάκινο (<i>Prunus persica</i> L.) - Στον οπωρώνα	Ολοκληρωμένη μονάδα εμπορικού οπωρώνα και συσκευαστηρίου με πιστοποίηση GlobalG.A.P.	Επαρχία Limpopo, Νότια Αφρική	Duvenage & Korsten, 2017
<i>Penicillium spp.</i>	Ανίχνευση	-Μήλο -Παπάγια (Pawpaw) σε φέτες -Ανανάς σε φέτες -Καρπούζι σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Micrococcus spp.</i>	Ανίχνευση	-Συσκευασμένη φρουτοσαλάτα	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Mucor spp.</i>	Ανίχνευση	- Παπάγια (Pawpaw) σε φέτες -Ανανάς σε φέτες	Τοπικό κατάστημα και κυλικείο πανεπιστημίου	Ota, Ogun state, Νιγηρία	Oranusi & Olorunfemi, 2011
<i>Candida albicans</i>	Ανίχνευση 5/10 Ανίχνευση 2/10 Ανίχνευση 3/10	-Μήλο -Αγγούρι -Τομάτα	Μεγάλα καταστήματα	Owo, Νοτιοδυτική Νιγηρία	Oladele et al., 2022

Τροφιμογενές παθογόνο	Ποσοστό/ Συχνότητα εμφάνισης	Φρούτο	Αγορά	Περιοχή	Αναφορά
<i>Fusarium</i> spp.	Ανίχνευση 2/10 Ανίχνευση 3/10 Ανίχνευση 1/10	-Μήλο -Πορτοκάλι -Καρπούζι	Μεγάλα καταστήματα	Owo, Νοτιοδυτική Νιγηρία	Oladele et al., 2022

3.1.5 Αποτελέσματα παγκοσμίως

Στο Γράφημα 9 παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης των τροφιμογενών παθογόνων σε φρέσκα φρούτα και προκύπτει πως οι πιο κοινοί παθογόνοι μικροοργανισμοί παγκοσμίως είναι το *E. coli*, το *Staphylococcus* spp., το *Salmonella* spp. και το *L. monocytogenes*, ενώ στο Γράφημα 10 παρουσιάζονται όλα τα φρούτα στα οποία καταγράφηκαν απομονώσεις παθογόνων μικροοργανισμών και εύκολα γίνεται αντιληπτό πως οι περισσότερες απομονώσεις πραγματοποιήθηκαν από το καρπούζι, το μήλο, τον ανανά, τα διάφορα είδη φρουτοσαλάτας, το πεπόνι και τη φράουλα.



Γράφημα 9. Συχνότητα εμφάνισης κάθε παθογόνου μικροοργανισμού στα φρούτα παγκοσμίως.



Γράφημα 10. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε κάθε φρέσκο φρούτο παγκοσμίως.

3.2 Συχνότητα εμφάνισης τροφικών δηλητηριάσεων από φρέσκα φρούτα

Αρχικά, (βλ. Πίνακα 5) βρέθηκαν διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με τις τροφιμογενείς παθήσεις που σχετίστηκαν με την κατανάλωση φρούτων και καρπών στις ΗΠΑ και αφορούσαν τα έτη 1998-2008. Σύμφωνα με την ανασκόπηση αυτή, υπήρχε βακτηριακή, χημική, παρασιτική, ιογενής επιμόλυνση και παρουσιάστηκαν οι ετήσιες εκτιμήσεις. Το σημαντικότερο είδος μόλυνσης φαίνεται πως ήταν η ιογενής με 803.116 άτομα που επηρεάστηκαν, 2.160 που νοσηλευτήκαν και 22 θανάτους. Έπειτα, η βακτηριακή μόλυνση ήταν υπεύθυνη για πολύ λιγότερα κρούσματα και συγκεκριμένα για 230.636, παρουσίασε όμως ιδιαίτερα υψηλό αριθμό νοσηλειών (3.279) και θανάτων (93). Επόμενη σε σημαντικότητα φαίνεται πως ήταν η παρασιτική μόλυνση με 60.573 νοσήσαντες, 213 νοσηλείες και 4 θανάτους. Ακολούθως λόγω της χημικής μόλυνσης 29.483 άνθρωποι νόσησαν, 177 άνθρωποι νοσηλεύτηκαν, ενώ 12 άτομα πέθαναν.

Ακόμη, καταγράφηκε ακόμη μία ανασκόπηση στην οποία παρουσιάστηκαν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προκάλεσαν τις σημαντικότερες εξάρσεις από την κατανάλωση φρούτων τόσο στις ΗΠΑ, όσο και στην Ε.Ε. για το χρονικό διάστημα 2004-2012. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τις ΗΠΑ οι παθογόνοι που προκάλεσαν τις περισσότερες εξάρσεις ήταν το *Salmonella* spp. σε πεπόνι (14 εξάρσεις), norovirus σε πεπόνι (9 εξάρσεις), norovirus σε μούρα (5 εξάρσεις) και *Cyclospora* spp. σε μούρα (3 εξάρσεις). Ακόμη, εξάρσεις δημιούργησαν τα *Salmonella* spp. σε μούρα (2 εξάρσεις), *E. coli* σε μούρα (2 εξάρσεις) και Hepatitis A σε πεπόνι (1 έξαρση). Αντίστοιχα, για την Ε.Ε. οι παθογόνοι που προκάλεσαν τις περισσότερες εξάρσεις ήταν το norovirus σε μούρα με ιδιαίτερα υψηλό αριθμό εξάρσεων (55 για την ακρίβεια), *Salmonella* spp. σε πεπόνι (1 έξαρση) και *Bacillus* spp. σε μούρα (1 έξαρση).

Επιπροσθέτως, συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά και με τα φρούτα, τα οποία λόγω βακτηριακών επιμολύνσεων προκάλεσαν νόσηση, νοσηλεία αλλά και θάνατο στις ΗΠΑ για τα έτη 2010-2017. Ειδικότερα, η κατανάλωση επιμολυσμένου πεπονιού οδήγησε σε 10 τροφιμογενείς εξάρσεις, 578 κρούσματα, 276 νοσηλείες και 38 θανάτους. Επόμενη σε φθίνουσα σειρά εξάρσεων ήταν η κατανάλωση παπάγιας με 7 εξάρσεις, 418 κρούσματα, 113 νοσηλείες και 3 θανάτους. Έπειτα 3 μόλις εξάρσεις καταγράφηκαν από την κατανάλωση επιμολυσμένου μάνγκο, συνδεόμενες με 181 κρούσματα και 49 νοσηλείες. Κατανάλωση επιμολυσμένου αβοκάντο προκάλεσε 1 μόνο έξαρση με 59 κρούσματα και 7 νοσηλείες. Άλλο φρούτο που προκάλεσε 1 μόνο έξαρση ήταν και το σταφύλι, η οποία περιλάμβανε 27 κρούσματα και νοσηλείες. Τέλος, το τελευταίο φρούτο με βακτηριακή επιμόλυνση που επέφερε 1 έξαρση ήταν πυρηνόκαρπο και αφορούσε 2 κρούσματα, 2 νοσηλείες και 1 θάνατο.

Όσον αφορά τις τροφικές δηλητηριάσεις βρέθηκαν 2 ανασκοπήσεις καθώς και ένα μεμονωμένο γεγονός. Το μεμονωμένο γεγονός αναφερόταν σε αθλητική εκδήλωση παιδιών στη Νότια Αφρική. Στην εκδήλωση αυτή καταγράφηκαν 134 μαθητές με οξεία λοίμωξη εμετικού τύπου, η οποία συνδέθηκε με την κατανάλωση χυμού από φρέσκα φρούτα. Η μέση ηλικία των παιδιών ήταν 15,7 έτη.

Ακόμη, η πρώτη χρονικά ανασκόπηση σχετιζόταν με τις τροφικές δηλητηριάσεις τόσο από φρούτα όσο και από λαχανικά στο Μαρόκο τα έτη 2007-2011. Από την ερευνητική αυτή εργασία προέκυψε πως στα επιμολυσμένα φρούτα και τα λαχανικά οφειλόταν η ύπαρξη 253 κρουσμάτων, 198 νοσηλειών και 5 θανάτων. Αξίζει να σημειωθεί πως το 33,03% όλης της έρευνας αφορούσε τροφικές δηλητηριάσεις (κάθε πηγής μόλυνσης) σε παιδιά με ηλικία μικρότερη ή ίση των 15 ετών.

Καταλήγοντας, στη δεύτερη χρονικά ανασκόπηση που αφορούσε το Μαρόκο τα έτη 2015-2017 βρέθηκε πως τα φρούτα είναι υπεύθυνα για το 14,5% των συνολικών κρουσμάτων τροφικών δηλητηριάσεων. Αξίζει να τονιστεί πως 15% όλης της έρευνας αφορούσε παιδιά κάτω των 10 ετών και 25% όλης της έρευνας αφορούσε άτομα ηλικίας 10-20 ετών.

Πίνακας 5. Δεδομένα τροφιμογενών ασθενειών και τροφικής δηλητηρίασης που συνδέονταν με φρέσκα φρούτα

Είδος πάθησης	Πηγή μόλυνσης	Εξάρσεις/ Επιδημίες	Κρούσματα (άτομα/ ποσοστό)	Νοσηλεία (άτομα/ ποσοστό)	Θάνατοι (άτομα/ ποσοστό)	Παιδιά	Τόπος	Χρονική περίοδος	Αναφορά
Τροφιμογενείς ασθένειες	Φρούτα /καρποί	-				-	ΗΠΑ	Δεδομένα εξάρσεων ασθενειών για τα έτη 1998-2008 στις ΗΠΑ	Painter et al., 2013
	Είδη μόλυνσης: Βακτηριακή		-230.636 (6,3%)	-3.279 (9,2%)	-93 (6,4%)				
	Χημική		-29.483 (11,8%)	-177 (11,8%)	-12 (11,8%)				
	Παρασιτική		-60.573 (25,9%)	-213 (4,4%)	-4 (1,2%)				
	Ιογενής Συγκεντρωτικό		-803.116 (14,6%) -1.123.808 (11,7%)	-2.160 (14,1%) -5.829 (10,1%)	-22 (14,2%) -93 (6,4%)				
Τροφιμογενείς ασθένειες	-Norovirus σε μούρα	-5	-	-	-	-	ΗΠΑ	Δεδομένα εξάρσεων ασθενειών για τα έτη 2004-2012 στις ΗΠΑ	Callejón et al., 2015
	-Norovirus σε πεπόνι	-9							
	- <i>Salmonella</i> spp. σε μούρα	-2							
	- <i>Salmonella</i> spp. σε πεπόνι	-14							
	- <i>E. coli</i> σε μούρα	-2							
	- <i>Cyclospora</i> spp. σε μούρα	-3							
	- Hepatitis A virus σε πεπόνι	-1							

Είδος πάθησης	Πηγή μόλυνσης	Εξάρσεις/ Επιδημίες	Κρούσματα (άτομα/ ποσοστό)	Νοσηλεία (άτομα/ ποσοστό)	Θάνατοι (άτομα/ ποσοστό)	Παιδιά	Τόπος	Χρονική περίοδος	Αναφορά
Τροφιμογενείς ασθένειες	- Norovirus σε μούρα - <i>Salmonella</i> spp.σε πεπόνι - <i>Bacillus</i> spp σε μούρα	-55 -1 -1	-	-	-	-	Ε.Ε.	Δεδομένα εξάρσεων ασθενειών για τα έτη 2004-2012 στην Ευρωπαϊκή Ένωση	Callejón et al., 2015
Τροφιμογενείς ασθένειες	Βακτηριακή μόλυνση σε -Πεπόνι -Παπάγια -Μάνγκο -Αβοκάντο -Σταφύλι -Πυρηνόκαρπα	-10 -7 -3 -1 -1 -1	-578 -418 -181 -59 -27 -2	-276 -113 -49 -7 -10 -2	-38 -3 -0 -0 -0 -1	-	ΗΠΑ	Δεδομένα εξάρσεων ασθενειών για τα έτη 2010-2017 στις ΗΠΑ	Carstens et al., 2019
Τροφική δηλητηρίαση	Οξεία λοίμωξη εμετικού τύπου πιθανότατα από κατανάλωση χυμού φρούτων	-	134	-	-	Η έρευνα αφορούσε παιδιά σε αθλητική εκδήλωση. Μέση ηλικία 15,7 έτη.	Νότια Αφρική	Μεμονωμένο γεγονός	Karas et al., 2001
Τροφική δηλητηρίαση	Φρούτα και λαχανικά	-	253 (3,64%)	198	5 (2%)	33,03% όλης της έρευνας αφορούσε τροφικές δηλητηριάσεις (κάθε πηγής μόλυνσης) σε παιδιά με	Μαρόκο	Δεδομένα τροφικών δηλητηριάσεων για τα έτη 2007-2011 στο Μαρόκο	Rebgui et al., 2013

Είδος πάθησης	Πηγή μόλυνσης	Εξάρσεις/ Επιδημίες	Κρούσματα (άτομα/ ποσοστό)	Νοσηλεία (άτομα/ ποσοστό)	Θάνατοι (άτομα/ ποσοστό)	Παιδιά	Τόπος	Χρονική περίοδος	Αναφορά
						ηλικία μικρότερη ή ίση των 15 ετών			
Τροφική δηλητηρίαση	Φρούτα	-	14,5%	-	-	-15% όλης της έρευνας αφορούσε παιδιά κάτω των 10 ετών -25% όλης της έρευνας αφορούσε άτομα ηλικίας 10-20 ετών	Μαρόκο	Δεδομένα τροφικών δηλητηριάσεων για τα έτη 2015- 2017 στο Μαρόκο	Bouchriti et al., 2021

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι τροφιμογενείς ασθένειες από φρέσκα φρούτα του Centers for Disease Control and Prevention για τα έτη 2008-2023. Οι 14/17 εξάρσεις αφορούσαν στελέχη του *Salmonella*, με πιο σημαντικό το περιστατικό του 2023 κατά το οποίο ανιχνεύτηκε *Salmonella* σε πεπόνι (cantaloupe) με συνέπεια τη νόσηση 407 ατόμων, τη νοσηλεία 158 ατόμων, το θάνατο 6 ατόμων, καθώς και την ανάκληση του μολυσμένου προϊόντος. Ακόμη, οι 2/17 εξάρσεις προέκυψαν από το παθογόνο *Listeria*, με πιο σημαντικό το περιστατικό του 2011 κατά το οποίο ανιχνεύτηκε *L. monocytogenes* σε πεπόνι (cantaloupe), με συνέπεια την ύπαρξη 147 κρουσμάτων, 143 νοσηλευμένων, 33 θανόντων και ανάκληση του προϊόντος. Ακολούθως, καταγράφηκε και 1/17 εξάρσεις προερχόμενη από Hepatitis A σε βιολογικές φράουλες και είχε ως αποτέλεσμα τη νόσηση 19 ατόμων, τη νοσηλεία 13 αλλά δεν χρειάστηκε ανάκληση του προϊόντος και δεν σημειώθηκε κανένας θάνατος.

Πίνακας 6. Δεδομένα τροφιμογενών ασθενειών από φρέσκα φρούτα του Centers for Disease Control and Prevention για τα έτη 2008-2023.

Έτος	Παθογόνος μικροοργανισμός	Φρούτο	Αριθμός κρουσμάτων	Αριθμός νοσηλειών	Αριθμός θανάτων	Ανάκληση προϊόντος
2008	<i>Salmonella</i> Litchfield	Πεπόνι (Cantaloupe)	51	-	-	-
2011	<i>Salmonella</i> Panama	Πεπόνι (Cantaloupe)	20	-	-	-
2011	<i>Listeria monocytogenes</i>	Πεπόνι (Cantaloupe)	147	143	33	NAI
2011	<i>Salmonella</i> Agona	Παπάγια	106	-	-	NAI
2012	<i>Salmonella</i> Braenderup	Μάνγκο	127	33	0	NAI
2012	<i>Salmonella</i> (Typhimurium and Newport)	Πεπόνι (Cantaloupe)	261	94	3	NAI
2017	<i>Salmonella</i> Newport and <i>Salmonella</i> Infantis	Παπάγια	4	2	0	OXI
2017	<i>Salmonella</i> Anatum	Παπάγια	20	5	1	NAI
2017	<i>Salmonella</i> Urbana	Παπάγια	7	4	0	OXI
2017	<i>Salmonella</i> Thompson, <i>Salmonella</i> Kiambu, <i>Salmonella</i> Agona, or <i>Salmonella</i> Gaminara	Παπάγια	220	68	1	NAI
2018	<i>Salmonella</i> Adelaide	Κομμένο πεπόνι	77	36	0	NAI
2019	<i>Salmonella</i> Carrau	Κομμένο πεπόνι	137	38	0	NAI
2019	<i>Salmonella</i> Uganda	Παπάγια	81	27	0	OXI
2020	<i>Salmonella</i> Enteritidis	Ροδάκινα	101	28	0	NAI
2022	Hepatitis A	Βιολογικές φράουλες	19	13	0	OXI
2023	<i>Salmonella</i>	Πεπόνι (Cantaloupe)	407	158	6	NAI
2023	<i>Listeria</i>	Ροδάκινο, Νεκταρίνι, Δαμάσκηνο	11	10	1	OXI

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα τελευταία χρόνια οι άνθρωποι έχουν τη τάση να στρέφονται σε ένα πιο υγιεινό τρόπο καθημερινότητας, ο οποίος περιλαμβάνει και πιο διατροφικές επιλογές γευμάτων, πλούσια σε φρούτα και λαχανικά (Abadias et al., 2008). Επιπρόσθετα, λόγω των ταχύτατων ρυθμών της καθημερινότητας τείνουν να επιλέγουν έτοιμα προς κατανάλωση γεύματα, όπως σαλάτες και φρουτοσαλάτες (Bai et al., 2024). Είναι ευρέως γνωστή τόσο η θρεπτική αξία όσο και τα οφέλη των φρούτων, όμως τα φρούτα μπορούν να αποτελέσουν και μέσο μεταφοράς παθογόνων μικροοργανισμών (Bukar et al., 2010; Feng et al., 2014). Έχει πραγματοποιηθεί πληθώρα ερευνών σχετικά με τους παθογόνους μικροοργανισμούς στα τρόφιμα και συγκεκριμένα στα οστρακοειδή, τα προϊόντα ζωικής προέλευσης, τα γαλακτοκομικά, τα λαχανικά και τα φρούτα (Zhang et al., 2020). Ιδιαίτερης σημασίας είναι και οι τροφιμογενείς ασθένειες που προκαλούνται καθώς και οι τροφικές δηλητηριάσεις από την κατανάλωση ακατάλληλων τροφίμων (Chukwu et al., 2010). Στα πλαίσια αυτά, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ασχολήθηκε με τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων που αφορούν την ανίχνευση παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα, καθώς και δεδομένων που σχετίζονται με τροφικές δηλητηριάσεις από φρέσκα φρούτα στον άνθρωπο με έμφαση τα παιδιά.

Βάσει των εξαγόμενων αποτελεσμάτων των 46 ερευνητικών εργασιών, καθώς και των διαθέσιμων αναφορών του οργανισμού Centers for Disease Control and Prevention (CDC), συγκεντρώθηκαν οι πιο κοινοί παθογόνοι μικροοργανισμοί σε φρέσκα φρούτα. Ειδικότερα, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί με τις περισσότερες απομονώσεις σε φρέσκα φρούτα ήταν το *E.coli*, *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp. και *Listeria monocytogenes*. Οι περισσότερες έρευνες ανέφεραν ως πιο κοινά παθογόνα σε φρέσκα φρούτα (κυρίως σε καρπούζι, μήλο, ανανά, πεπόνι, φράουλα και διάφορα είδη φρουτοσαλάτας) τα *E. coli*,

Salmonella spp., *L. monocytogenes*, ενώ ελάχιστες προσέθεταν στη λίστα αυτή και το *Staphylococcus* spp..

Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα μπορεί εν μέρει, να αποδοθεί στην απουσία θερμικής επεξεργασίας αλλά και χρήσης συντηρητικών, κάτι που είναι σύνηθες και πραγματοποιείται ευρέως σε άλλες ομάδες τροφίμων (Graça et al., 2015). Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που απομονώθηκαν από τα διάφορα φρέσκα φρούτα αποτελούν κίνδυνο της δημόσιας υγείας καθώς συνηθίζεται να καταναλώνονται ωμά. Όπως αναφέρθηκε και στο εισαγωγικό μέρος της εργασίας αυτής, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί δύναται να εισέλθουν στο φρούτο σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού από το χωράφι έως και το ράφι του καταστήματος πώλησης, για αυτό το λόγο θα πρέπει να τηρούνται οι κανόνες υγιεινής και ασφάλειας τροφίμων καθόλη τη διάρκεια (Althaus et al., 2012).

Ακόμη, πολλά φρούτα καταναλώνονται με τη φλούδα, όπως το μήλο και οι φράουλες κάτι που αυξάνει τις πιθανότητες παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών (Tenea et al., 2023), γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής, καθώς τα συγκεκριμένα φρούτα παρουσίασαν μεγάλη συχνότητα απομονώσεων. Αξίζει να σημειωθεί πως οι παθογόνοι μικροοργανισμοί έχουν την ικανότητα να προσκολληθούν στην επιφάνεια, να διεισδύσουν και να πολλαπλασιαστούν στο εσωτερικό του φρούτου (Iyoha & Agoreyo, 2015) κάτι που φαίνεται ξεκάθαρα και στην έρευνα των Esteban-Cuesta et al. (2018), οι οποίοι πήραν ξεχωριστές μετρήσεις σχετικά με τα παθογόνα στη φλούδα και στο εδώδιμο μέρος και βρήκαν πως το *Salmonella* spp. και το *B. cereus* εμφάνισαν μεγαλύτερα ποσοστά στη φλούδα, σε αντίθεση με το *E. coli* το οποίο εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό στο εσωτερικό εδώδιμο μέρος.

Επιπρόσθετα, αναφέρθηκαν απομονώσεις διάφορων παθογόνων μικροοργανισμών σε μούρα (φράουλα, μπλε μύρτιλλο, σμέουρο) κάτι που συμφωνεί με έρευνες που υποστηρίζουν πως τα μούρα είναι ευαίσθητα σε τροφιμογενή παθογόνα καθώς συλλέγονται από ανοιχτά αγροκτήματα και δεν υπάρχει η δυνατότητα πλύσης με νερό πριν τη πώληση, αφού το νερό επηρεάζει αρνητικά τη ποιότητα τους (Dziedzinska et al., 2018; Tenea et al., 2023). Αξίζει να επισημανθούν και οι απομονώσεις από φρούτα όπως το καρπούζι και το πεπόνι, φρούτα με ιδιαίτερα μεγάλες συχνότητες απομονώσεων κάτι που ενδεχομένως αποδίδεται και στην άμεση επαφή των φρούτων αυτών με το έδαφος. Η επαφή με το έδαφος έχει συσχετιστεί με υψηλότερο ποσοστό ανιχνεύσεων τροφιμογενών παθογόνων στα λαχανικά έναντι των φρούτων, καθώς η άμεση επαφή με το έδαφος αυξάνει και την έκθεση σε παθογόνα που μεταδίδονται μέσω του εδάφους όπως το *E. coli* και το *Salmonella* spp. (Abadias et al., 2008). Τα εντερικά αυτά παθογόνα καταλήγουν στο έδαφος και έπειτα στα φρούτα με διάφορους τρόπους, με το σημαντικότερο να αποτελεί τα περιττώματα ζώων είτε οικιακών είτε βόσκησης. Επιπρόσθετα, μπορεί να γίνει και χρήση ακατάλληλης κοπριάς, προερχόμενης από περιττώματα ζώων και πτηνών, η οποία όμως δεν έχει υποβληθεί στη κατάλληλη διαδικασία. Ιδιαίτερα σημαντική πηγή εντερικών παθογόνων στο έδαφος είναι και τα μη επεξεργασμένα οικιακά λύματα, τα οποία συχνά προορίζονται για άρδευση των γεωργικών εκτάσεων. Όπως τα οικιακά λύματα, έτσι και τα αστικά στερεά απόβλητα δημιουργούν πρόβλημα μόλυνσης του εδάφους με εντερικά παθογόνα. Τα αστικά στερεά απόβλητα μπορεί να συλλέγονται σε συγκεκριμένους χώρους, αυτοί όμως οι χώροι ταφής συχνά δεν είναι σχεδιασμένοι με τη προσθήκη συστήματος συλλογής των απορροών με αποτέλεσμα τα παθογόνα να καταλήγουν στο έδαφος και έπειτα στα φρούτα. Εκτός από τα *E. coli* και *Salmonella* spp., εντερικά παθογόνα που παρουσιάζονται στην παρούσα

εργασία -σε ιδιαίτερα μικρότερη συχνότητα απομονώσεων- και μεταφέρονται στα φρούτα μέσω του εδάφους είναι τα *Vibrio cholerae* και *Shigella* sp. (Santamaría, & Toranzos, 2003). Ακόμη στις έρευνες υπήρχαν και δείγματα φρουτοσαλάτας, δηλαδή μείγματα από διάφορα φρούτα φρεσκοκομμένα και έτοιμα προς κατανάλωση, τα οποία παρουσίασαν πληθώρα τροφιμογενών παθογόνων και στη περίπτωση των Bai et al. (2024), η φρουτοσαλάτα είχε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό απομονώσεων συγκριτικά με τα μεμονωμένα φρούτα. Όπως φαίνεται τα μείγματα έτοιμων φρέσκων φρούτων είναι εκτεθειμένα σε περιπτώσεις διασταυρούμενης μόλυνσης κατά την επεξεργασία, για παράδειγμα λόγω ελλείψεως κανόνων υγιεινής στις επιφάνειες κοπής, στις πρακτικές του προσωπικού, αλλά και στις συνθήκες αποθήκευσης (Bordini et al., 2007; Bai et al., 2024). Αυτό το είδος μόλυνσης ισχύει και για τις περιπτώσεις φρεσκοκομμένων φρούτων ακόμα και αν αυτά δεν είναι διαφορετικά αλλά μεμονωμένα φρούτα, καθώς δέχονται την ίδια επεξεργασία. Δεν πρέπει να παραλείπεται και η πιθανότητα μόλυνσης των φρούτων από νερό ακατάλληλο για χρήση (Bordini et al., 2007). Ένας παθογόνος μικροοργανισμός που έχει συσχετιστεί με τη μεταφορά του από τους χειριστές τροφίμων είναι το *S. aureus* (Beauchat, 1996). Το *S. aureus* σύμφωνα με τη παρούσα διατριβή βρέθηκε ως το δεύτερο πιο σημαντικό σε συχνότητα απομονώσεων σε φρέσκα φρούτα. Η μεταφορά του σχετίζεται με τους βλεννογόνους των χειριστών κατά την επεξεργασία. Ειδικότερα, το *S. aureus* αποικεί ασυμπτωματικά σε υγιή άτομα, τα οποία μπορούν να το μεταφέρουν κατά την εργασία τους με τα τρόφιμα. Η μεταφορά στα φρούτα γίνεται μέσω τόσο των χεριών των χειριστών, όσο και των αναπνευστικών τους εκκρίσεων, πάντοτε σε συνδυασμό με κακή προσωπική υγιεινή (Bencardino et al., 2021). Εύκολα προκύπτει για ακόμη μία φορά η ανάγκη για ενδελεχή ποιοτικό έλεγχο και εφαρμογή συστημάτων που αφορούν την ασφάλεια και τη ποιότητα των τροφίμων γενικότερα.

Αξιίζει να σημειωθεί πως με βάση τις έρευνες που αναλύθηκαν τα περισσότερα διαφορετικά γένη παθογόνων μικροοργανισμών (16 για την ακρίβεια) βρέθηκαν στην Αφρικανική ήπειρο. Το αποτέλεσμα αυτό συνδέεται και με το γεγονός πως 9/10 άρθρα αφορούσαν περιοχές αναπτυσσόμενων χωρών. Έχει τονιστεί η έντονη επιβάρυνση των τροφίμων με παθογόνους μικροοργανισμούς στις αναπτυσσόμενες χώρες συγκριτικά με τις ανεπτυγμένες, κάτι που αποδίδεται κυρίως στην έλλειψη υγιεινής και ασφάλειας τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, στις χώρες αυτές το σύνηθες είναι να μην υπάρχει οργανωμένο θεσμικό πλαίσιο και προγράμματα ασφάλειας για τον εφοδιασμό των τροφίμων, μιας και αυτός αρκετές φορές πραγματοποιείται από πλανόδιους πωλητές (Ibeh et al., 2024). Ακόμη, όσον αφορά τα έτοιμα προς κατανάλωση κομμένα φρούτα διατρέχουν σημαντικούς κινδύνους επιμόλυνσης καθώς δεν υπάρχει πάντοτε η δυνατότητα χρήσης πόσιμου νερού και οι χειριστές των φρούτων δεν είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι σχετικά με κανόνες υγιεινής και πρότυπα που εφαρμόζονται κυρίως στην Αμερικανική και την Ευρωπαϊκή ήπειρο (Bukar et al., 2010).

Ακολούθως, αρκετές έρευνες παρουσίασαν τις ανιχνεύσεις τροφιμογενών παθογόνων σε φρέσκα φρούτα που προήλθαν από πλανόδιους πωλητές και υπαίθριες αγορές. Όπως έχει αναφερθεί και ανωτέρω το πιο σημαντικό στην διασφάλιση της απουσίας των παθογόνων είναι η τήρηση κανόνων σχετικά με την υγιεινή και ασφάλεια τροφίμων, κάτι που φαίνεται να απουσιάζει στις αγορές αυτές (Biswas et al., 2020). Οι αυξημένοι κίνδυνοι επιμόλυνσης που καταγράφηκαν σε πλανόδιους πωλητές αποδίδονται σε χαρακτηριστικά όπως η ποικιλομορφία, η κινητικότητα και η προσωρινή φύση του συγκεκριμένου είδους πώλησης. Ακόμη, αναφέρεται έλλειψη των κατάλληλων υποδομών και υπηρεσιών για την αποφυγή τροφιμογενών μολύνσεων. Χαρακτηριστικά περιστατικά που έχουν αναφερθεί αφορούν βρώμικους χώρους

παρουσίασης/επεξεργασίας, ακατάλληλα υλικά αποθήκευσης/μεταφοράς και απουσία χρήσης κατάλληλου εξοπλισμού όπως τα γάντια κατά το χειρισμό των τροφίμων (Oladele et al., 2022).

Αντίστοιχα υπήρχαν σημαντικές καταγραφές επιμόλυνσης σε φρέσκα φρούτα που προήλθαν από καταστήματα χονδρικής και λιανικής πώλησης (κυρίως σούπερ μάρκετ). Ειδικότερα, τα σούπερ μάρκετ αποτελούν στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού στο οποίο μπορεί να γίνει συσσώρευση παθογόνων μικροοργανισμών κυρίως γιατί τα φρούτα εκεί τις περισσότερες φορές έχουν μεγάλο χρόνο διατήρησης (Biswas et al., 2020). Άλλοι λόγοι που μπορεί να συντελέσουν στην επιμόλυνση των φρούτων τα οποία βρίσκονται στο κατάστημα είναι το γεγονός ότι έρχονται σε επαφή με τα χέρια των καταναλωτών κατά την επιλογή των προϊόντων (Graça et al., 2015).

Όσον αφορά τις τροφικές δηλητηριάσεις τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά τα περισσότερα διαθέσιμα δεδομένα αφορούσαν προϊόντα ζωικής προέλευσης, οστρακοειδή και γαλακτοκομικά. Ακόμη, σε διάφορες εργασίες αλλά και ανασκοπήσεις υπάρχει η τάση παρουσίας κοινών αποτελεσμάτων είτε των φρούτων με τα λαχανικά είτε των φρούτων με τους καρπούς (nuts), κάτι που αποτρέπει τη συλλογή δεδομένων αποκλειστικά για τα φρέσκα φρούτα.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα του CDC (Centers for Disease Control and Prevention) για τα έτη 2008-2023 υπήρξαν 17 εξάρσεις τροφιμογενών ασθενειών και ειδικότερα για τις 14/17 ήταν υπεύθυνα διάφορα στελέχη του *Salmonella*. Ακόμα αξίζει να σημειωθεί πως τα φρούτα στα οποία ανιχνεύτηκε περισσότερες φορές *Salmonella* σύμφωνα με τα δεδομένα του CDC είναι το πεπόνι και η παπάγια.

Από τις έρευνες και ανασκοπήσεις που βρέθηκαν σχετικά με τις τροφιμογενείς ασθένειες και τροφικές δηλητηριάσεις από φρέσκα φρούτα προέκυψαν δεδομένα σχετικά

με τους παθογόνους που προκάλεσαν εξάρσεις, τον αριθμό των κρουσμάτων, τον αριθμό των ατόμων που χρειάστηκαν νοσηλεία, τον αριθμό των θανόντων, καθώς και το ποσοστό των παιδιών που επηρεάστηκαν. Συγκεκριμένα, για την Αμερικανική και Ευρωπαϊκή ήπειρο υπήρχαν διαθέσιμες ανασκοπήσεις σχετικά με τις τροφιμογενείς ασθένειες και τις πηγές μόλυνσης. Ειδικότερα για την Αφρική βρέθηκαν κάποια περιστατικά τροφικής δηλητηρίασης που αφορούσαν φρούτα και φαίνεται πως επηρέασαν ιδιαίτερα παιδιά ηλικίας 15 ετών και μικρότερα.

Η παρατηρούμενη αύξηση εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών σε φρέσκα φρούτα ελλοχεύει ιδιαίτερο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Πρέπει να υπάρξει πιο ενδελεχής καταγραφή των τροφικών δηλητηριάσεων καθώς και των τροφιμογενών ασθενειών γενικότερα που αφορούν τα τρόφιμα. Ιδιαίτερης σημασίας είναι η υιοθέτηση σωστών πρακτικών υγιεινής και κανόνων ασφάλειας τροφίμων ώστε να περιοριστούν οι απομονώσεις τροφιμογενών παθογόνων σε φρέσκα φρούτα.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί με τις περισσότερες απομονώσεις σε φρέσκα φρούτα ήταν το *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp. και *Listeria monocytogenes*.
- Τα φρούτα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες απομονώσεις παθογόνων μικροοργανισμών είναι τα καρπούζι, μήλο, ανανάς, πεπόνι και φράουλα. Επιπλέον, τέτοιοι παθογόνοι βρέθηκαν και σε φρουτοσαλάτες.
- Πραγματοποιήθηκε σημαντικός αριθμός απομονώσεων τόσο από φρούτα που προήλθαν από πλανόδιους πωλητές υπαίθριων αγορών, όσο και από καταστήματα χονδρικής και λιανικής πώλησης.
- Τα περισσότερα διαφορετικά γένη παθογόνων μικροοργανισμών βρέθηκαν στην Αφρικανική ήπειρο.
- Οι περισσότερες τροφιμογενείς εξάρσεις των τελευταίων ετών (σύμφωνα με τα δεδομένα του CDC) οφείλονται σε στελέχη του *Salmonella*.
- Τροφικές δηλητηριάσεις από κατανάλωση φρούτων εντοπίστηκαν σε παιδιά ηλικίας 15 ετών και μικρότερα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ερευνητικά άρθρα:

- Abadias, M., Cañamás, T., Asensio, A., Anguera, M., & Viñas, I. (2006). Microbial quality of commercial “Golden Delicious” apples throughout production and shelf-life in Lleida (Catalonia, Spain). *International Journal of Food Microbiology*, 108, 404-409. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2005.12.011
- Abdulrahaman, F. B., Mohammed, J., & Abdulkareem, T. Z. (2024). Isolation and Identification of Pathogenic Bacteria Associated with Tomatoes, Bananas, Spinach and Okra commonly sold at Old Market, Patigi, Kwara State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 28(12), 4067-4071. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jasem.v28i12.16>
- Althaus, D., Hofer, E., Corti, S., Julmi, A., & Stephan, R. (2012). Bacteriological Survey of Ready-to-Eat Lettuce, Fresh-Cut Fruit, and Sprouts Collected from the Swiss Market. *Journal of Food Protection*, 75(7), 1338-1341. doi: 10.4315/0362-028XJFP-12-022
- Avila-Novoa, M. G., Solis-Velazquez, O. A., Guerrero-Medina, P. J., Martínez-Chávez, L., Martínez-González, N. E., & Gutiérrez-Lomelí, M. (2024). *Listeria monocytogenes* in Fruits and Vegetables: Antimicrobial Resistance, Biofilm, and Genomic Insights. *Antibiotics* 13, 1039. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13111039>
- Badosa, E., Trias, R., Pares, D., Pla, M., & Montesinos, E. (2008). Microbiological quality of fresh fruit and vegetable products in Catalonia (Spain) using normalised plate-counting methods and real time polymerase chain reaction (QPCR). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 605-611.

- Bai, Y., Li, J., Huang, M., Yan, S., Li, F., Xu, J., Peng, Z., Wang, X., Ma, J., Sun, J., Yang, B., & Cui, S. (2024). Prevalence and characterization of foodborne pathogens isolated from fresh-cut fruits and vegetables in Beijing, China. *International Journal of Food Microbiology*, 421, 110804.
- Barba-Leon, J., Arista-Regalado, A. D., Mancilla-Becerra, L. M., Flores-Valdez, M. A., & González-Aguilar, D. G. (2024). Adhesion to and survival of foodborne pathogens in produce and strategies for their biocontrol. *Journal of Food Safety*, 44(1), 13100. DOI: 10.1111/jfs.13100
- Bencardino, D., Amagliani, G., & Brandi, G. (2021). *Carriage of Staphylococcus aureus among food handlers: An ongoing challenge in public health. Food Control*, 130, 108362. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108362>
- Beuchat, L. R. (1996). Pathogenic Microorganisms Associated with Fresh Produce. *Journal of Food Protection*, 59(2), 204-216.
- Bihn, E. A., & Gravani, R. B. (2006). Department of Food Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853, 21-53.
- Bintsis, T. (2017). Foodborne pathogens. *AIMS Microbiology*, 3(3), 529–563. DOI: 10.3934/microbiol.2017.3.529
- Biswas, B., Azad, A. K., Absar, N., Islam, S., & Amin, S. (2020). Isolation and Identification of Pathogenic Bacteria from Fresh Fruits and Vegetables in Chittagong, Bangladesh. *Journal of Microbiology Research*, 10(2), 55-58. DOI: 10.5923/j.microbiology.20201002.03
- Bordini, M. E. B., Asturiano Ristori, C., Jakabi, M., & Gelli, D. S. (2007). Incidence, internalization and behavior of Salmonella in mangoes, var. Tommy Atkins. *Food Control*, 18(8), 1002–1007. doi:10.1016/j.foodcont.2006.06.003

- Bouchriti, Y., Kabbachi, B., Achbani, A., Daoud, B. B., Zag, N., Taoussi, H., & Ezaidi, S. (2021). Analysis on epidemiological characteristics of food poisoning events in Agadir prefecture, Morocco, from 2015 to 2017. *Web of Conferences* 319, 010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131901028>
- Bukar, A., Uba, A., & Oyeyi, T. I. (2010). Occurrence of some enteropathogenic bacteria in some minimally and fully processed ready - to - eat foods in Kano metropolis, Nigeria. *African Journal of Food Science*, 4(2), 032-036.
- Callejón, R. M., Rodríguez-Naranjo, M. I., Ubeda, C., Hornedo-Ortega, R., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2015). Reported Foodborne Outbreaks Due to Fresh Produce in the United States and European Union: Trends and Causes. *Foodborne Pathogens and Disease*, 12(1), 32–38. doi:10.1089/fpd.2014.1821
- Carstens, C. K., Salazar, J. K., & Darkoh, C. (2019). Multistate Outbreaks of Foodborne Illness in the United States Associated with Fresh Produce From 2010 to 2017. *Frontiers in Microbiology*, 10. doi:10.3389/fmicb.2019.02667
- Chukwu, C. O. C., Chukwu, I. D., Onyimba, I. A., Umoh, E. G., Olarubofin, F., & Olabode, A. O. (2010). Microbiological quality of pre-cut fruits on sale in retail outlets in Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 5(17), 2272-2275.
- Demirci, A., Feng, H., & Krishnamurthy, K. (2020). *Food Safety Engineering*. Springer.
- Denis, N., Zhang, H., Leroux, A., Trudel, R., & Bietlot, H. (2016). Prevalence and trends of bacterial contamination in fresh fruits and vegetables sold at retail in Canada. *Food Control*, 67, 225–234. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.047>
- Duvenage, S., & Korsten, L. (2017). Assessment of foodborne pathogen presence in the peach supply chain and its potential risk to the end consumer. *Food Control*, 78, 374–382. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.03.003

- Dziedzinska, R., Vasickova, P., Hrdy, J., Slany, M., Babak, V., & Moravkova, M. (2018). Foodborne Bacterial, Viral, and Protozoan Pathogens in Field and Market Strawberries and Environment of Strawberry Farms. *Journal of Food Science*. doi:10.1111/1750-3841.14401
- Eni, A. O., Oluwawemitan, I. A., & Solomon, O. U. (2010). Microbial quality of fruits and vegetables sold in Sango Ota, Nigeria. *African Journal of Food Science*, 4(5), 291- 296.
- Esteban-Cuesta, I., Drees, N., Ulrich, S., Stauch, P., Sperner, B., Schwaiger, K., Gareis, M., & Gottschalk, C. (2018). Endogenous microbial contamination of melons (*Cucumis melo*) from international trade: an underestimated risk for the consumer? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 5074-5081. doi:10.1002/jsfa.9045
- Feng, Y., Li, G., Lv, X., Xu, Y., Wu, Q., Shi, C., Li, Q., Yang, B., Wang, X., Xi, M., & Xia, X. (2014). Prevalence, Distribution, and Diversity of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Salmonella* in Kiwifruit Orchards and Processing Plants. *Foodborne Pathogens and Disease*, 11(10), 782–790. doi:10.1089/fpd.2014.1759
- Fung, F., Wang, H.-S., & Menon, S. (2018). Food safety in the 21st century. *Biomedical Journal*, 41(2), 88– 95. doi:10.1016/j.bj.2018.03.003
- Graça, A., Santo, D., Esteves, E., Nunes, C., Abadias, M., & Quintas, C. (2015). Evaluation of microbial quality and yeast diversity in fresh-cut apple. *Food Microbiology*, 51, 179–185. doi:10.1016/j.fm.2015.06.003
- Ibeh, E. N., Esumeh, C. O., Ibeh, H. C., Uwaechia, F. C., Okechukwu, A., Ndukwe, J., & Ibeh, E. O. (2024). Evaluation of microorganisms and hygiene practices of

- selected fruit and vegetable vendors in Kubwa, Abuja, Nigeria. 1st School of Life Sciences International Conference Book of Proceedings 2024, 1, 268-274.
- Iyoha, O., & Agoreyo, F. (2015). Bacterial Contamination of Ready to Eat Fruits Sold in and Around Ugbowo Campus of University of Benin (Uniben), Edo State, Nigeria. *British Journal of Medicine & Medical Research*, 7(2), 155-160. DOI: 10.9734/BJMMR/2015/15356
- Jang, A.-R., Han, A., Lee, S., Jo, S., Song, H., Kim, D., & Lee, S.-Y. (2021). Evaluation of microbiological quality and safety of fresh-cut fruit products at retail levels in Korea. *Food Science and Biotechnology*, 30(10), 1393-1401. <https://doi.org/10.1007/s10068-021-00974-0>
- Johannessen, G. S., Loncarevic, S., & Kruse, H. (2002). Bacteriological analysis of fresh produce in Norway. *International Journal of Food Microbiology*, 77, 199 – 204.
- Johnston, L. M., Jaykus, L.-A., Moll, D., Martinez, M. C., Anciso, J., Mora, B., & Moe, C. L. (2005). A Field Study of the Microbiological Quality of Fresh Produce. *Journal of Food Protection*, 68(9), 1840–1847.
- Karas, J.A., Nicol, M. P., Martinson, N., Heubner, R. (2001). An outbreak of food poisoning among children attending an international sports event in Johannesburg. *S Afr Med J*, 91(5), 417-421.
- Kim, M.-J., & Cheigh, C.-I. (2022). Microbiological contamination of fresh-cut produce in Korea. *Food Science and Biotechnology*, 31(1), 79-87. <https://doi.org/10.1007/s10068-021-01014-7>
- Kowalska, B., & Szczech, M. (2024). Assessment of the microbial quality of ready-to-eat vegetable salads and berry fruit available on polish market. *Acta Scientiarum*

- Polonorum Hortorum Cultus, 23(3), 3-13.
<https://doi.org/10.24326/asphc.2024.5351>
- Macieira, A., Barbosa, J., & Teixeira, P. (2021). Food Safety in Local Farming of Fruits and Vegetables. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 9733.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18189733>
- Melo, J., & Quintas, C. (2023). Minimally processed fruits as vehicles for foodborne pathogens. *AIMS Microbiology*, 9(1): 1–19. DOI: 10.3934/microbiol.2023001
- Mukherjee, A., Speh, D., Dyck, E., & Diez-Gonzalez, F. (2004). Preharvest Evaluation of Coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* O157:H7 in Organic and Conventional Produce Grown by Minnesota Farmers. *Journal of Food Protection*, 67(5), 894–900.
- Nur, I. T. (2020). Isolation of pathogenic microorganisms from fresh fruits and screening the efficacy of different disinfectant solution against the pathogens. *Journal of Food Safety and Hygiene*, 6(3), 133-144.
- Oladele, H. A., Ifeanyi, O. E., Akinleye, C., & Oluwanisola, D. O. (2022). Public health risks associated with fruits and vegetables at Owo markets. *International Journal of Current Research in Medical Sciences*, 8(1), 29-41. DOI: <http://dx.doi.org/10.22192/ijcrms.2022.08.01.003>
- Olaolu, T.D., Akpor, O.B., & Akor, C. (2014). Pollution indicators and pathogenic microorganisms in wastewater treatment: implication on receiving water bodies. *Int. J. Environ. Prot. Policy* 2, 205-212.
- Oranusi, S., & Olorunfemi, O. J. (2011). Microbiological safety evaluation of street vended ready-to-eat fruits sold in Ota, Ogun state, Nigeria. *International Journal of Research in Biological Sciences*, 1(3), 27-32.

- Painter, J. A., Hoekstra, R. M., Ayers, T., Tauxe, R. V., Braden, C. R., Angulo, F. J., & Griffin, P. M. (2013). Attribution of Foodborne Illnesses, Hospitalizations, and Deaths to Food Commodities by using Outbreak Data, United States, 1998–2008. *Emerging Infectious Diseases*, 19(3), 407–415. doi:10.3201/eid1903.111866
- Patiño, M., Valencia-Guerrero, M. F., Barbosa-Ángel, E. S., Martínez-Cordón, M. J., & Donado-Godoy, P. (2020). Evaluation of Chemical and Microbiological Contaminants in Fresh Fruits and Vegetables from Peasant Markets in Cundinamarca, Colombia. *Journal of Food Protection*, 83(10), 1726–1737. <https://doi.org/10.4315/0362-028X/JFP-19-453>
- Rebgui, H., Nekkal, N., Benlarabi, S., Hattimy, F. E., Hadrya, F., Soulaymani, A., Soulaymani-Bencheikh, R., & Mokhtari, A. (2013). Food poisoning in Morocco: Evolution and Risk factors. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(11), 1015-1021.
- Rezende, A. C. B., Crucello, J., Moreira, R. C., Silva, B. S., & Sant’Ana, A. S. (2016). Incidence and growth of *Salmonella enterica* on the peel and pulp of avocado (*Persea americana*) and custard apple (*Annona squamosa*). *International Journal of Food Microbiology*, 235, 10–16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.06.034>
- Rohinishree, Y. S., Varadaraj, M. C., & Negi, P.S. (2016). Pathogens Associated with Fruits and Vegetables: Contamination, Incidences, and Prevention. *Food Toxicology*, Chapter 7, 115–150. doi:10.1201/9781315371443-8
- Sane, S., Tene, S. D., Diouara, A. A. M., Coundoul, S., Mbengue, M., & Dieye, Y. (2024). Bacterial community in fresh fruits and vegetables sold in streets and open-air

- markets of Dakar, Senegal. *BMC Microbiology*, 24, 471.
<https://doi.org/10.1186/s12866-024-03622-9>
- Santamaría, J., & Toranzos, G. A. (2003). Enteric pathogens and soil: a short review. *International Microbiology*, 6(1), 5–9. doi:10.1007/s10123-003-0096-1
- Seow, J., Ágoston, R., Phua, L., & Yuk, H.-G. (2012). Microbiological quality of fresh vegetables and fruits sold in Singapore. *Food Control*, 25(1), 39–44.
 doi:10.1016/j.foodcont.2011.10.017
- Solanki, S., Upadhayay, D., Marchawala, F., Bhattacharya, I., & Andhare, P. (2021). Risk profile on the microbiological contamination of fruits and its juices. *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences*, 10(4), 173–181.
 DOI:10.31032/IJBPAS/2021/10.4.1018
- Srisamran, J., Atwill, E. R., Chuanchuen, R., & Jeamsripong, S. (2022). Detection and analysis of indicator and pathogenic bacteria in conventional and organic fruits and vegetables sold in retail markets. *Food Quality and Safety*, 6, 1–10.
<https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyac013>
- Subedi, D., Paudel, M., Poudel, S., & Koirala, N. (2024). Food Safety in Developing Countries: Common Foodborne and Waterborne Illnesses, Regulations, Organizational Structure, and Challenges of Food Safety in the Context of Nepal. *Food Frontiers*, 1-38. <https://doi.org/10.1002/fft2.517>
- Tango, C. N., Wei, S., Khan, I., Hussain, M. S., Kounkeu, P.-F. N., Park, J., Kim S.-H., & Oh, D. H. (2018). Microbiological Quality and Safety of Fresh Fruits and Vegetables at Retail Levels in Korea. *Journal of Food Science*, 83(2), 386–392.
 doi:10.1111/1750-3841.13992

- Tenea, G. N., Reyes, P., Molina, D., & Ortega, C. (2023). Pathogenic Microorganisms Linked to Fresh Fruits and Juices Purchased at Low-Cost Markets in Ecuador, Potential Carriers of Antibiotic Resistance. *Antibiotics*, 12, 236. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020236>
- Tseng, Y. H., Barbosa, J. de Carvalho, T. B., & Teixeira, P. (2022). Microbiological Safety of Cut Melons Sold in Portuguese Retail Markets: A Pilot Study. *Foods*, 11, 4010. <https://doi.org/10.3390/foods11244010>
- Viswanathan, P., & Kaur, R. (2001). Prevalence and growth of pathogens on salad vegetables, fruits and sprouts. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 203, 205-213.
- Vojkovská, H., Myšková, P., Gelbíčová, T., Skočková, A., Koláčková, I., & Karpíšková, R. (2017). Occurrence and characterization of food-borne pathogens isolated from fruit, vegetables and sprouts retailed in the Czech Republic. *Food Microbiology*, 63, 147–152. doi:10.1016/j.fm.2016.11.012
- Yeni, F., Yavaş, S., Alpas, H., & Soyer, Y. (2015). Most Common Foodborne Pathogens and Mycotoxins on Fresh Produce: A Review of Recent Outbreaks. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1532–1544. doi:10.1080/10408398.2013.777021
- Zhang, G., Chen, Y., Hu, L., Melka, D., Wang, H., Laasri, A., Brown, E. W., Strain, E., Allard, M., Bunning, V. K., Parish, M., Musser, S. M., & Hammack, T. S. (2018). Survey of Foodborne Pathogens, Aerobic Plate Counts, Total Coliform Counts, and *Escherichia coli* Counts in Leafy Greens, Sprouts, and Melons Marketed in the United States. *Journal of Food Protection*, 81(3), 400–411. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108855

Zhang, H., Yamamoto, E., Murphy, J., & Locas, A. (2020). Microbiological safety of ready-to-eat fresh-cut fruits and vegetables sold on the Canadian retail market. *International Journal of Food Microbiology*, 335, 108855. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108855>

Διαδικτυακές πηγές:

Centers for Disease Control and Prevention. (2008). 2008 Salmonella Outbreak Linked to Cantaloupes. Ανακτήθηκε από: <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/2008/cantaloupes-4-2-2008.html> (προσπελάστηκε στις 20 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2011). 2011 Salmonella Outbreak Linked to Cantaloupe. Ανακτήθηκε από: <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/2011/cantaloupes-6-23-2011.html> (προσπελάστηκε στις 17 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2011). 2011 Outbreak of Listeria Infections Linked to Whole Cantaloupes from Jensen Farms, Colorado. Ανακτήθηκε από: <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/cantaloupes-jensen-farms/index.html> (προσπελάστηκε στις 19 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2011). 2011 Salmonella Outbreak Linked to Whole, Fresh Imported Papayas. Ανακτήθηκε από: <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/2011/papayas-8-29-2011.html> (προσπελάστηκε στις 17 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2012). 2012 Salmonella Outbreak Associated with Mangoes. Ανακτήθηκε από:

<https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/braenderup-08-12/index.html> (προσπελάστηκε στις 19 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2012). 2012 Salmonella Outbreak Linked to Cantaloupe. Ανακτήθηκε από:

<https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/typhimurium-cantaloupe-08-12/index.html> (προσπελάστηκε στις 20 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2017). 2017 Salmonella Newport and Salmonella Infantis Infections Linked to Imported Maradol Papayas (Final Update). Ανακτήθηκε από:

<https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/newport-09-17/index.html> (προσπελάστηκε στις 19 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2017). 2017 Salmonella Anatum Infections Linked to Imported Maradol Papayas (Final Update). Ανακτήθηκε από:

<https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/anatum-9-17/index.html> (προσπελάστηκε στις 20 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2017). 2017 Salmonella Urbana Infections Linked to Imported Maradol Papayas (Final Update). Ανακτήθηκε από:

<https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/urbana-09-17/index.html> (προσπελάστηκε στις 17 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2017). 2017 Salmonella Infections Linked to Imported Maradol Papayas (Final Update). Ανακτήθηκε από:

<https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/kiambu-07-17/index.html> (προσπελάστηκε στις 14 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2018). 2018 Salmonella Adelaide Infections Linked to Pre-Cut Melon (Final Update). Ανακτήθηκε από: <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/adelaide-06-18/index.html> (προσπελάστηκε στις 17 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2019). 2019 Salmonella Infections Linked to Pre-Cut Melons. Ανακτήθηκε από: <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/carrau-04-19/index.html> (προσπελάστηκε στις 18 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2019). 2019 Salmonella Infections Linked to Cavi Brand Whole, Fresh Papayas. Ανακτήθηκε από: <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/uganda-06-19/index.html> (προσπελάστηκε στις 14 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). 2020 Salmonella Outbreak Linked to Peaches. Ανακτήθηκε από: <https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/salmonella/enteritidis-08-20/index.html> (προσπελάστηκε στις 14 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2022). Hepatitis A Outbreak Linked to Fresh Organic Strawberries. Ανακτήθηκε από: https://www.cdc.gov/hepatitis/outbreaks/fresh-strawberries-2022/?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/hepatitis/outbreaks/2022/hav-contaminated-food/index.htm (προσπελάστηκε στις 18 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2023). Salmonella Outbreak Linked to Cantaloupes, November 2023. Ανακτήθηκε από:
https://www.cdc.gov/salmonella/outbreaks/cantaloupes-11-23/?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/salmonella/sundsvall-11-23/index.html (προσπελάστηκε στις 17 Δεκεμβρίου 2024)

Centers for Disease Control and Prevention. (2023). Listeria Outbreak Linked to Peaches, Nectarines, and Plums - November 2023. Ανακτήθηκε από:
https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/peaches-11-23.html?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/peaches-11-23/index.html (προσπελάστηκε στις 17 Δεκεμβρίου 2024)

ABSTRACT

There is growing interest in the presence of pathogenic microorganisms in fresh fruit. These microorganisms can contaminate fresh fruits at every stage of the supply chain and cause foodborne illnesses in adults and children. The purpose of this master's thesis was to synthesize data from research studies that have been carried out in the past for the detection of pathogenic microorganisms in fresh fruits as well as the related food poisoning incidents that have been recorded in humans with an emphasis on children, so as to lead to an overall conclusion. To achieve the above purpose, information was collected from scientifically published articles from international databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, as well as data from organizations such as the Centers for Disease Control and Prevention. According to the results, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* are the most common pathogenic microorganisms in fresh fruits. Furthermore, the fruits in which most pathogenic microorganisms were isolated are the following: watermelon, apple, pineapple, cantaloupe and strawberry. Most foodborne outbreaks in recent years are due to strains of *Salmonella*. Although the available articles were limited, food poisoning from fruit consumption was identified in children aged 15 years and younger. In conclusion, it is found that there are several pathogenic microorganisms found in fresh fruit and through them they can cause disease in humans, both adults and children.

KEYWORDS: Pathogenic microorganisms, foodborne pathogens, fresh fruit, food poisoning, children