

3 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Το 1995 ο FAO/WHO όρισε ως κίνδυνο κάθε βιολογικό, χημικό ή φυσικό παράγοντα/ ιδιότητα ενός τροφίμου, η κατανάλωση του οποίου μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του καταναλωτή. Ο ορισμός αυτός καθιερώθηκε με την σταδιακή ενσωμάτωση του HACCP στην νομοθεσία, ενώ αρχικά ο κίνδυνος προσδιοριζόταν από τους παραγωγούς ως κάθε αδύνατο/ επίφοβο σημείο στην αλυσίδα παραγωγής τροφίμων. Στην αξιολόγηση των πιθανών κινδύνων που μπορούν να παρουσιαστούν σε ένα τρόφιμο συνεκτιμώνται η σοβαρότητα (severity) και η πιθανότητα εμφάνισης του κάθε κινδύνου (risk)¹.

Βιολογικοί κίνδυνοι

Οι βιολογικοί κίνδυνοι συνήθως αποτελούν την μεγαλύτερη απειλή για την υγεία των καταναλωτών, λόγω της πιθανότητας πρόκλησης τροφικών δηλητηριάσεων. Διακρίνονται σε μικροβιολογικούς και μικροβιολογικούς κινδύνους. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις μύγες και τα έντομα, η παρουσία των οποίων δεν αποτελεί άμεσο κίνδυνο για τον καταναλωτή αλλά έμμεσο γιατί συμβάλλει στην μεταφορά μικροοργανισμών στα τρόφιμα. Οι μικροβιολογικοί κίνδυνοι είναι οι σοβαρότεροι κίνδυνοι που απαντώνται στα τρόφιμα και οφείλονται είτε σε μικροοργανισμούς (βακτήρια, ιοί και παράσιτα/ πρωτόζωα) είτε στο σχηματισμό τοξινών από βακτήρια και μύκητες². Οι τροφικές δηλητηριάσεις διακρίνονται σε τροφολοιμώξεις, οι οποίες προκαλούνται από την κατανάλωση τροφίμων με μικροοργανισμούς που προσβάλλουν τα έντερα και σε τροφοτοξινώσεις, οι οποίες οφείλονται σε κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν τοξικές ουσίες. Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζεται

μία ανασκόπηση των τροφικών δηλητηριάσεων που έχουν αναφερθεί από το 1964 μέχρι το 1997³. Αξιζει να σημειωθεί ότι κατά τα τελευταία 15 χρόνια έχει παρατηρηθεί μία σημαντική έκρηξη στον αριθμό των τροφικών δηλητηριάσεων. Ένας από τους πιθανούς λόγους στους οποίους μπορεί να αποδοθεί αυτή η αύξηση είναι η απαίτηση των καταναλωτών για προμαγειρευμένα τρόφιμα ή τρόφιμα έτοιμα προς κατανάλωση. Οι καταναλωτές αποφεύγουν πλέον να μαγειρεύουν στο σπίτι και προτιμούν όλο και περισσότερο να τρώνε σε εστιατόρια. Η τάση αυτή έχει μετατοπίσει την ευθύνη για την προετοιμασία υγιεινών και ασφαλών τροφίμων από τους καταναλωτές στις μονάδες επεξεργασίας τροφίμων και στα εστιατόρια. Επιπλέον, τα διαρκώς αυξανόμενα περιστατικά των τροφικών δηλητηριάσεων που εκδηλώθηκαν πρόσφατα απασχόλησαν τα μέσα μαζικής ενημέρωσης δραστηριοποιώντας τόσο τις οργανώσεις καταναλωτών όσο και τις κυβερνητικές αρχές για την διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας των τροφίμων⁴.

Εκτεταμένη μελέτη των περιστατικών των τροφικών δηλητηριάσεων που έχουν αναφερθεί από τα Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Ασθενειών (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) κατέληξε στα κάτωθι συμπεράσματα⁵:

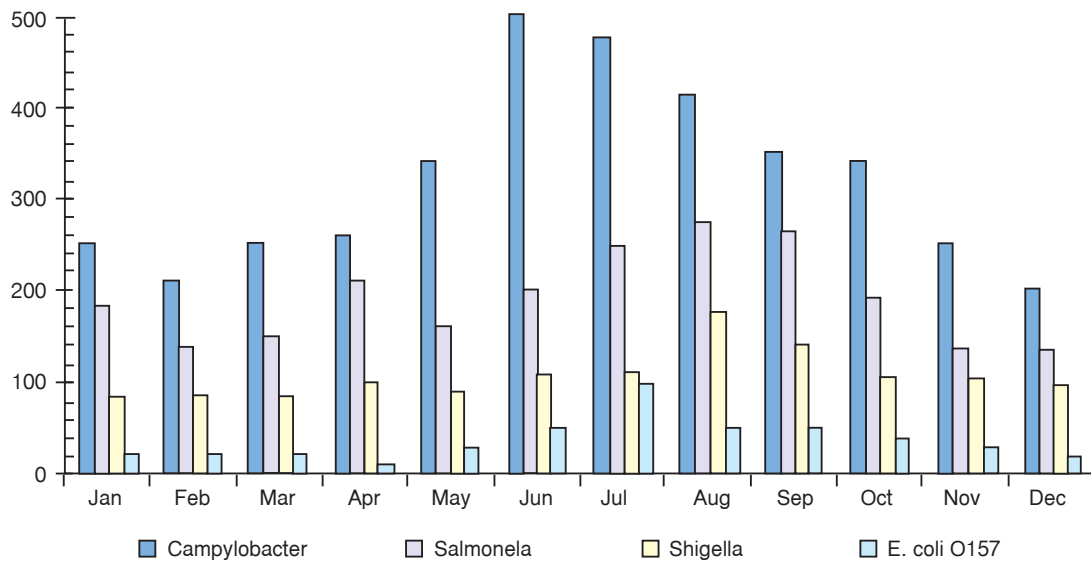
- Υπάρχει ευρεία εποχιακή διακύμανση στους ρυθμούς απομόνωσης πολλών παθογόνων. Συγκεκριμένα, το 66% των περιστατικών που οφείλονται σε *Vibrio*, το 52% των περιστατικών που οφείλονται σε *E.coli* O157, το 35% των περιστατικών που οφείλονται σε *Campylobacter* και το 32% των περιστατικών που οφείλονται σε *Salmonella* απομονώθη-

Πίνακας 3.1. Ανασκόπηση τροφικών δηλητηριάσεων κατά τα έτη 1964-1997

Περιστατικό (Έτος/ Χώρα)	Αιτία	Τρόφιμο	Αριθμός Περιστατικών	Σχόλια
1964/ Σκωτία	<i>Salmonella typhi</i>	Κονσέρβρα βοδινού	507 κρούσματα 3 θάνατοι	164.000.000\$ κόστος
1965/ ΗΠΑ	<i>Staphylococcus aureus</i>	Τυρί cheddar	42 κρούσματα	490.000 \$ κόστος
1974/ Καναδά & ΗΠΑ	<i>Salmonella</i>	Σοκολάτα	200 κρούσματα	62.000.000 \$ κόστος
1976/ ΗΠΑ	<i>Listeria monocytogenes</i>	Φρέσκια σαλάτα	20 κρούσματα	
1977/ Καναδά	<i>Staphylococcus aureus</i>	Τυρί cheddar	15 κρούσματα	655.000 \$ κόστος
1978/ Καναδά	<i>Salmonella</i>	Κέικ	264 κρούσματα 1 θάνατος	3.400.000 \$ κόστος
1978/ Ηνωμένο Βασίλειο	<i>Clostridium botulinum</i>	Κονσέρβρα σολωμού	4 κρούσματα 2 θάνατοι	6.000.000 \$ κόστος
1978/ ΗΠΑ	<i>Clostridium botulinum</i>	Φασόλια σαλάτα	34 κρούσματα 2 θάνατοι	8.400.000 \$ κόστος
1980/ Νέα Ζηλανδία	<i>Listeria monocytogenes</i>	Ωμά ψάρια	22 κρούσματα	
1981/ Καναδά	<i>Listeria monocytogenes</i>	Λαχανοσαλάτα	41 κρούσματα	
1982/ Ηνωμένο Βασίλειο	<i>Salmonella napoli</i>	Σοκολάτα	245 κρούσματα	850.000 \$ κόστος
1982/ Βέλγιο	<i>Clostridium botulinum</i>	Κονσέρβρα σολωμού	2 κρούσματα 1 θάνατος	150.000.000 \$ κόστος
1983/ Δανία, ΗΠΑ, Σουηδία & Ολλανδία	<i>Escherichia coli</i>	Τυρί brie	> 3000 κρούσματα	Χρήση μη παστεριωμένου γάλακτος
1983/ ΗΠΑ	<i>Listeria monocytogenes</i>	Παστεριωμένο γάλα	49 κρούσματα 14 θάνατοι	500.000 \$ κόστος
1983-7/ Ελβετία	<i>Listeria monocytogenes</i>	Τυρί Vacherin Mont d'Or	122 κρούσματα 34 θάνατοι	Χρήση θερμισμένου γάλακτος
1984/ Καναδά	<i>Salmonella typhimurium</i>	Τυρί cheddar	2700 κρούσματα 1 θάνατος	Επιβίωση της <i>Salmonella</i> για 8 μήνες υπό ψύξη
1984-5/ Σκωτία	Εντεροτοξίνη <i>Staphylococcus aureus</i>	Τυρί από πρόβειο γάλα	>13 κρούσματα	Κλινική μαστίτιδα προβάτων
1985/ Καναδά	<i>Salmonella</i>	Νιφάδες σοκολάτας	28 κρούσματα	
1985/ ΗΠΑ	<i>Salmonella</i>	Παστεριωμένο γάλα	16.000 κρούσματα 2 θάνατοι	Χρεωκοπία επιχείρησης
1985/ Αγγλία	<i>Salmonella ealing</i>	Σκόνη γάλακτος για βρέφη	76 κρούσματα 1 θάνατος	560.000.000 \$ κόστος
1985/ Ελβετία	<i>Salmonella typhimurium</i>	Τυρί Vacherin Mont d'Or	>40 κρούσματα	Επιμόλυνση από τα χέρια του προσωπικού
1985/ ΗΠΑ	<i>Listeria monocytogenes</i>	Τυρί μεξικάνικου τύπου	>142 κρούσματα	Προσθήκη μη

			48 θάνατοι	παστεριωμένου γάλακτος
1986/ Ηνωμένο Βασίλειο	<i>Salmonella branderup</i>	Παστεριωμένο γάλα	54 κρούσματα	450.000 \$ κόστος
1987/ Νορβηγία	<i>Salmonella typhimurium</i>	Σοκολάτα	60 κρούσματα	11.000.000 \$ κόστος
1987-9/ Αγγλία	<i>Listeria monocytogenes</i>	Πατέ	>350 κρούσματα	ΑΕΚΖ* λόγω εκκρεμούντων δικαστικών διαφορών
1988/ ΗΠΑ	<i>Listeria monocytogenes</i>	Αλλαντίδια	1 κρούσμα	
1988/ Ηνωμένο Βασίλειο	<i>Salmonella</i>	Pepperami	81 κρούσματα	>1.500.000 \$ κόστος
1988-9/ Αγγλία	Άγνωστη	Τυρί Stilton	155 κρούσματα	Απαραίτητη η παστερίωση του γάλακτος
1989/ ΗΠΑ	<i>Listeria monocytogenes</i>	Γαρίδες	2 κρούσματα	
1989/ Αγγλία	<i>Clostridium botulinum</i>	Γιαούρτι με φουντούκια	27 κρούσματα 1 θάνατος	
1989/ Αγγλία	<i>Salmonella dublin</i>	Μαλακό ιρλανδικό τυρί	42 κρούσματα	Αποβολές αγελάδων
1989/ ΗΠΑ	<i>Salmonella javiana & S. oranienberg</i>	Τυρί Mozzarella	164 κρούσματα	Αύξηση του επιπέδου μόλυνσης
1990/ Αυστραλία	<i>Listeria monocytogenes</i>	Πατέ	9 κρούσματα	
1991/ Αυστραλία	<i>Listeria monocytogenes</i>	Καπνιστά μύδια	4 κρούσματα	
1992/ Αγγλία	<i>Salmonella livingstone</i>	Τυρί	10 κρούσματα	
1992/ Γαλλία	<i>Listeria monocytogenes</i>	Χοιρινή γλώσσα σε σως	279 κρούσματα	
1992/ Νέα Ζηλανδία	<i>Listeria monocytogenes</i>	Καπνιστά μύδια	4 κρούσματα	
1992-3/ Γαλλία	<i>Escherichia coli</i>	Τυρί Fromage frais	1 θάνατος	
1993/ Γαλλία	<i>Salmonella paratyphi B</i>	Τυρί από αγελαδινό γάλα	273 κρούσματα 1 θάνατος	Μη ανίχνευση της μόλυνσης επί 2 μήνες
1994/ Σκωτία	<i>Escherichia coli</i>	Παστεριωμένο γάλα	100 1 θάνατος	ΑΕΚΖ
1994/ Σκωτία	<i>Escherichia coli</i>	Τοπικό τυρί	>20 κρούσματα	
1995/ Γαλλία	<i>Listeria monocytogenes</i>	Τυρί Brie de Meaux	20 κρούσματα 4 θάνατοι	Ενίσχυση των μέτρων ελέγχου & απολύμανσης
1995/ Μάλτα	<i>Brucella melitensis</i>	Μαλακό τυρί	135 κρούσματα 1 θάνατος	ΑΕΚΖ
1995/ Ελβετία & Γαλλία	<i>Salmonella dublin</i>	Τυρί από το Doubs της Γαλλίας	25 κρούσματα 5 θάνατοι	Αυστηρά μέτρα ελέγχου
1996/ Αγγλία & Σκωτία	<i>Salmonella gold-coast</i>	Τυρί cheddar	>84 κρούσματα	ΑΕΚΖ
1996/ Ιταλία	<i>Clostridium botulinum</i>	Τυρί Mascarpone	8 κρούσματα 1 θάνατος	ΑΕΚΖ
1997/ Αγγλία	<i>Escherichia coli</i>	Τυρί τύπου Lancashire	2 κρούσματα	ΑΕΚΖ

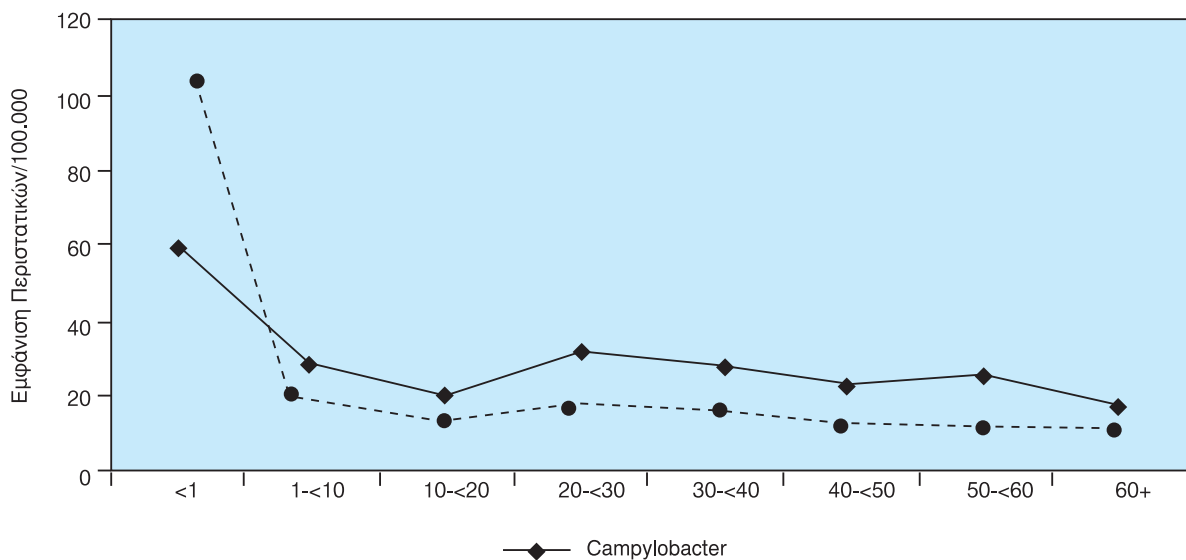
*ΑΕΚΖ: Ανεπαρκής Εκτίμηση Κόστους Ζημιών λόγω εκκρεμούντων οικονομικών διαφορών.



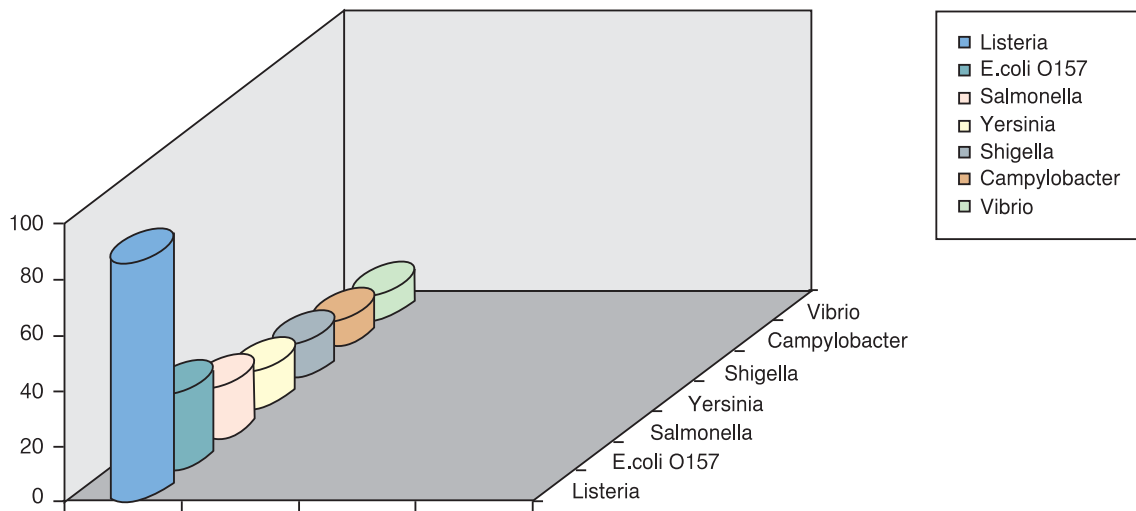
Σχήμα 3.1. Εποχιακή διακύμανση των ρυθμών απομόνωσης παθογόνων.

καν κατά την περίοδο μεταξύ Ιουνίου-Αυγούστου, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1.

- Απαιτείται ακριβής καταγραφή των ετήσιων ρυθμών των αναφερόμενων περιστατικών, προκειμένου να γίνει σύγκριση του αριθμού των περιστατικών σε περιοχές με διαφορετικό πληθυσμό. Για το έτος 1997, οι υψηλότεροι ετήσιοι ρυθμοί των αναφερόμενων περιστατικών υπολογίστηκαν για το *Campylobacter*, την *Salmonella* και την *Shigella*, ενώ οι χαμηλότεροι για την *E.coli O157*, την *Yersinia*, την *Listeria* και το *Vibrio*.
- Υπάρχει διακύμανση των ετήσιων ρυθμών των αναφερόμενων περιστατικών ανάλογα με την ηλικία, ιδιαίτερα για τις μολύνσεις που προκαλούνται από *Campylobacter* και *Salmonella*, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.2.
- Υπάρχει σημαντική διακύμανση στους ρυθμούς των αναφερόμενων περιστατικών ανάλογα με το φύλλο, με τους άρρενες να είναι περισσότερο ευάλωτοι στην προσβολή από κάποιο παθογόνο. Συγκεκριμένα, οι ρυθμοί επιμόλυνσης των αρρένων με *Vibrio* βρέθηκαν 100% υψηλότεροι από τους αντίστοι-



Σχήμα 3.2. Ετήσια διακύμανση των ρυθμών απομόνωσης παθογόνων ανάλογα με την ηλικία



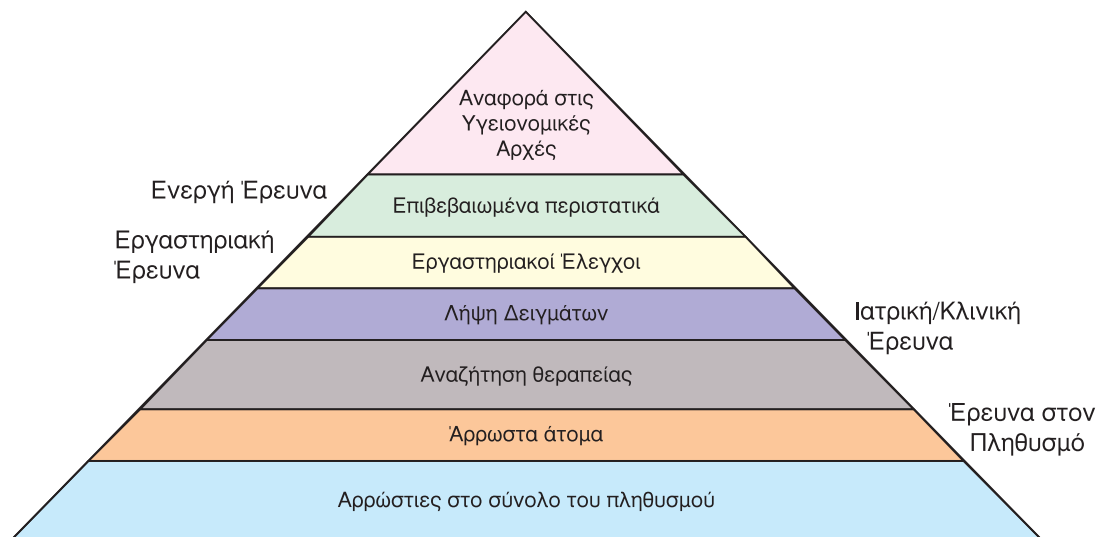
Σχήμα 3.3. Ποσοστά ατόμων που εισήχθησαν σε νοσοκομείο ανάλογα με το είδος του παθογόνου

χους των θηλέων, ενώ οι ρυθμοί επιμόλυνσης των αρρένων με *Campylobacter* 27% υψηλότεροι από των θηλέων.

- Οι ρυθμοί των αναφερόμενων περιστατικών μεταβάλλονται ανάλογα με το φύλλο και την ηλικία. Σε σύγκριση με τον θηλυκό πληθυσμό, ο ρυθμός των επιμολύνσεων των αρρένων με *Campylobacter* βρέθηκε υψηλότερος σε όλες τις ηλικίες εκτός από τα νήπια, στα οποία ήταν παρόμοιοι. Αντίθετα, οι ρυθμοί των επιμολύνσεων με *Salmonella* ήταν υψηλότεροι για τα αρσενικά νήπια ηλικίας 1-10 ετών συγκρινόμενα με τα θηλυκά νήπια.
- Το 15% των προσβεβλημένων ατόμων χρει-

άστηκε εισαγωγή σε νοσοκομείο, με το ποσοστό τους να κυμαίνεται ανάλογα με το είδος του παθογόνου που προκάλεσε την επιμόλυνση, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.3.

- Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αποτίμησης των περιστατικών των τροφικών δηλητηριάσεων είναι η διεξαγωγή ερευνών στον πληθυσμό, στα εργαστήρια και η συνεχής ενημέρωση από τους ιατρούς. Κατ' αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατή η κατασκευή μίας πυραμίδας ιεράρχησης της βαρύτητας κάθε πηγής παροχής στοιχείων για τις τροφικές δηλητηριάσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.4. Το 1986 το ICMSF έκανε μία προσπάθεια



Σχήμα 3.4. Πυραμίδα ιεράρχησης των πηγών παροχής στοιχείων για τις τροφικές δηλητηριάσεις.

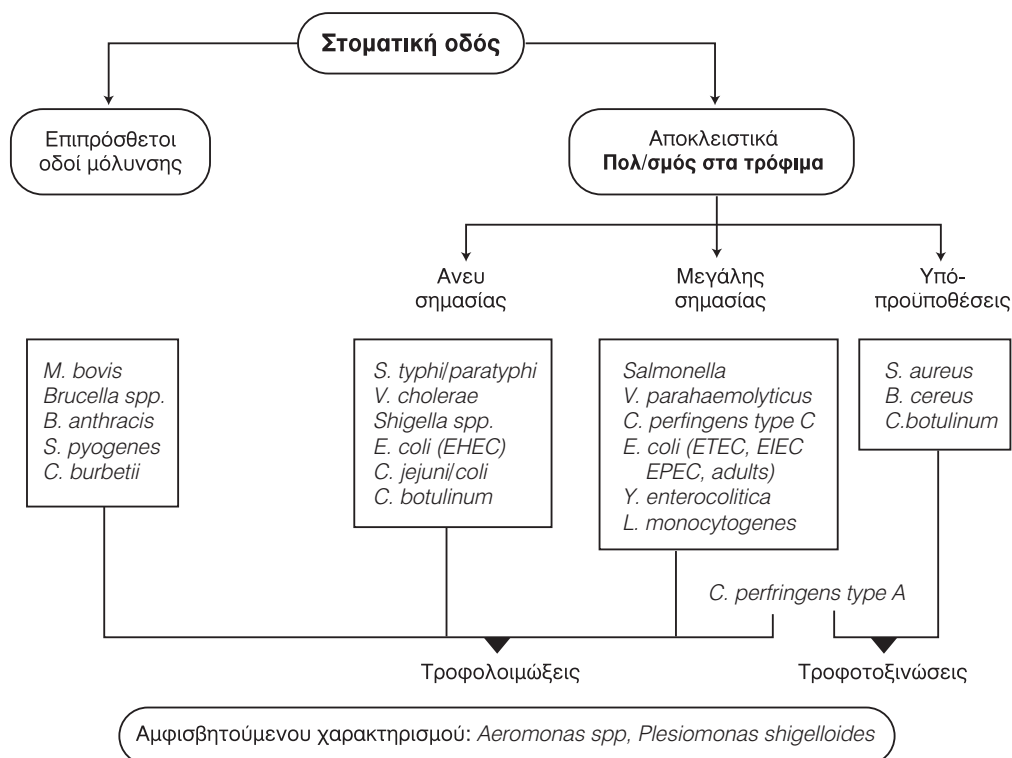
κατάταξης των επικίνδυνων μικροοργανισμών που απασχολούν τα προγράμματα HACCP βάσει της σοβαρότητας των κινδύνων στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες (6):

1. Σοβαροί κίνδυνοι-χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το *Clostridium botulinum* types A, B, E, & F, το *Vibrio cholerae* O1 & *Vibrio vulnificus*, η *Shigella dysenteriae*, η *Salmonella typhi* & *Salmonella paratyphi*, η *Brucella abortus* & *Brucella suis*, η *Trichinella spiralis* και η Ηπατίτιδα A & E.
2. Μέτριοι κίνδυνοι με εκτεταμένη διάδοση και σοβαρές επιπτώσεις μόνο σε ευαίσθητες πληθυσμιακές ομάδες. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται η *Listeria monocytogenes*, η *Salmonella* spp., η *Shigella* spp., η *Escherichia coli*, ο *Streptococcus pyogenes*, ο ιός *Norwalk*, οι ιοί της οικογένειας *Reoviridae* και τα πρωτόζωα/παράσιτα *Entamoeba histolytica*, *Diphyllobothrium latum*, *Ascaris lumbricoides* & *Cryptosporidium parvum*.
3. Μέτριοι κίνδυνοι περιορισμένης διάδοσης-περιλαμβάνουν το *Campylobacter jejuni*, το *Clostridium perfringens*, το *Bacillus cereus*, το *Staphylococcus aureus*, το *Vibrio cholerae*

non-O1 & *V. parahaemolyticus*, τη *Yersinia enterocolitica*, το *Giardia lamblia* και το *Taenia saginata*.

Επιπλέον, οι μικροοργανισμοί που προκαλούν τροφολοιμώξεις και τροφοτοξινώσεις μπορούν να καταταγούν σε κατηγορίες βάσει της οδού μετάδοσής τους στα τρόφιμα, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5⁴. Η βασική οδός μετάδοσής τους στα τρόφιμα είναι η κοπρανώδης-στοματική και τα τρόφιμα αποτελούν φορέα του λοιμογόνου παράγοντα. Η μόλυνση των τροφίμων μπορεί να γίνει είτε άμεσα από τον άνθρωπο είτε έμμεσα από μολυσμένο νερό.

Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των μικροβιολογικών κινδύνων κατά την ανάπτυξη ενός συστήματος HACCP οι παραγωγοί θα πρέπει να αποσκοπούν πρωταρχικά στην εξάλειψη ή στον περιορισμό του κινδύνου με επεξεργασίες όπως η θέρμανση, η ψύξη, η αφυδάτωση, η ακτινοβολία, η ζύμωση και η χρήση χημικών ενώσεων. Στη συνέχεια, θα πρέπει να εμποδιστεί η επαναμόλυνση του τροφίμου και η παραγωγή τοξίνης από τους μικροοργανισμούς που επιβίωσαν. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη διατήρηση των τροφίμων σε χαμηλές θερμοκρασίες, με τη



Σχήμα 3.5. Παθογόνα βακτήρια τροφικών δηλητηριάσεων.

διατήρηση του pH και/ ή της ενεργότητας νερού (a_w) σε χαμηλά επίπεδα, με τη προσθήκη αλατιού ή άλλων συντηρητικών, με την επιλογή κατάλληλης συσκευασίας, με την τήρηση συνθηκών υγιεινής από το προσωπικό είτε με συνδιασμό δύο ή περισσότερων από τους παραπάνω παράγοντες⁷ στα πλαίσια της ελάχιστης επεξεργασίας τροφίμων.

Βακτηριακοί κίνδυνοι

Τα βακτήρια είναι μικρού μεγέθους μονοκύτταροι μικροοργανισμοί με ραβδοειδές, σφαιρικό ή σπειροειδές σχήμα. Η ανάπτυξη και ο θάνατος των βακτηρίων ακολουθούν λογαριθμικό μοντέλο, ενώ ο πολλαπλασιασμός τους εξαρτάται από τη θερμοκρασία, το pH, το διαθέσιμο οξυγόνο, την ενεργότητα νερού, τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά και τους αναστολείς. Ανάλογα με τη σύσταση του κυτταρικού τους τοιχώματος διακρίνονται σε Gram (-) και Gram (+), ταξινόμηση που παίζει καθοριστικό ρόλο στον έλεγχο των σφαλμάτων. Κατά κανόνα, στα Gram (-) ανήκουν μικροοργανισμοί που προκαλούν αλλοιώσεις στα τρόφιμα, η επίδρασή τους σπάνια είναι θανατηφόρα και τα πρώτα συμπτώματα εκδηλώνονται μέσα σε 24 ώρες από τη λήψη της τροφής. Τα Gram (+) προκαλούν τροφοτοξινώσεις με τα πρώτα συμπτώματα να εμφανίζονται εντός 1-6 ωρών και συνήθως τα περιστατικά δεν είναι θανατηφόρα. Τα παθογόνα βακτήρια που συναντώνται στα τρόφιμα διακρίνονται στα συνηθή και στα αναδυόμενα παθογόνα.

Τα συνηθή παθογόνα είναι υπεύθυνα για πολλές τροφικές δηλητηριάσεις, τα περιστατικά των οποίων έχουν αναφερθεί, καταγραφεί και διερευνηθεί διεξοδικά. Στα αναδυόμενα παθογόνα ανήκουν βακτήρια που σχετίζονται με τροφικές δηλητηριάσεις αλλά δεν μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνα για γνωστές περιπτώσεις ασθενειών⁷. Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που εκδηλώνεται για την παρουσία των βακτηρίων ως μικροβιακών κινδύνων στα τρόφιμα οφείλεται στην πολυπλοκότητα της επιβίωσης, ανάπτυξης και αδρανοποίησης τους. Για την επιτυχή αντιμετώπιση των τροφολοιμώξεων, εφόσον η Ελάχιστη Μολυσματική Δόση (Minimal Infective Dose, MID) κυμαίνεται σε ιδιαίτερα χαμηλά

επίπεδα, τα μέτρα υγιεινής εστιάζονται κυρίως στην αποφυγή μόλυνσης των πρώτων υλών και των τροφίμων κατά την επεξεργασία. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, απαιτείται η εισαγωγή ενός επιπρόσθετου σταδίου επεξεργασίας για την αδρανοποίηση του μολυσματικού παράγοντα. Το ίδιο ισχύει και για τα παθογόνα που προκαλούν τροφοτοξινώσεις, γιατί ο σχηματισμός τοξινών προϋποθέτει την ανάπτυξη του παθογόνου⁴. Στον πίνακα 3.2^{2,6-12} παραθέτονται τα βακτήρια που συνήθως προκαλούν τροφικές δηλητηριάσεις, τα τρόφιμα στα οποία απαντώνται, κατά πόσο παράγουν τοξίνες, τα συνηθή συμπτώματα που προκαλούν και ο τρόπος ελέγχου της δράσης τους.

Υπάρχει μεγάλος αριθμός διαθέσιμων μεθόδων με τη βοήθεια των οποίων μπορεί να προσδιοριστεί ο αριθμός και ο τύπος των βακτηρίων που υπάρχουν στα τρόφιμα, στον εξοπλισμό και στις επιφάνειες εργασίας. Ο Αμερικανική Ένωση Δημόσιας Υγείας (American Public Health Association) και η Ένωση των Επίσημων Αναλυτικών Χημικών (Association of Official Analytical Chemists) έχουν αναπτύξει συγκεκριμένες μεθοδολογίες ελέγχου για τη διαπίστωση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων εξυγίανσης και την εκτίμηση της διάρκειας ζωής των προϊόντων.

Η προσφορά του HACCP στην αντιμετώπιση των μικροβιολογικών κινδύνων στα τρόφιμα είναι ιδιαίτερα σημαντική και πρέπει να αποτελεί μέρος ενός αποτελεσματικού συστήματος υγιεινής των βιομηχανιών τροφίμων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της εφαρμογής του HACCP αποτελεί η παστερίωση του γάλακτος για την προστασία του καταναλωτή από βρουκέλλωση και φυματίωση. Πριν αρχίσει ο σχεδιασμός του HACCP σε μια παραγωγική μονάδα είναι απαραίτητη η εισαγωγή και σχολαστική τήρηση ορισμένων βασικών κανόνων υγιεινής, όπως⁴:

- Προσωπική υγιεινή των εργαζομένων (καλό πλύσιμο των χεριών και αποφυγή επαφής των έτοιμων προϊόντων με γυμνά χέρια)
- Χρήση καλής ποιότητας πόσιμου νερού
- Έλεγχο της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας στην παραγωγή και στις αποθήκες
- Καθαρισμό και απολύμανση των εγκαταστάσεων και μυοκτονία και απεντόμωση

Πίνακας 3.2. Παθογόνοι μικροοργανισμοί και τοξίνες στα τρόφιμα, συμπτώματα και προληπτικά μέτρα.

Μικροοργανισμός	Τρόφιμα όπου συναντάται	Παραγωγή Τοξίνης	Συμπτώματα	Προληπτικά Μέτρα
<i>Bacillus cereus</i>	Κρεατικά, κοτόσουπα, λαχανικά, ρύζι, καρυκεύματα, δημητριακά, γαλακτοκομικά	Εμετική, Αιμολυσίνες, Λεκιθινάση, διαρροϊκή, θανατηφόρα	Ναυτία, κοιλιακό άλγος, διάρροια, εμετός	<ol style="list-style-type: none"> 1. Κατανάλωση τροφίμων αμέσως μετά το μαγείρεμα. 2. Επαναθέρμανση σε $\theta^{\circ}>74^{\circ}\text{C}$. 3. Ταχεία ψύξη σε μικρές ποσότητες. 4. Διατήρηση σε $\theta^{\circ}>60^{\circ}\text{C}$ ή σε $\theta^{\circ}<40^{\circ}\text{C}$.
<i>Campylobacter jejuni</i>	Πουλερικά, κρεατικά, γάλα, μη κλωριωμένο νερό		Ναυτία, κοιλιακό άλγος, διάρροια, πυρετός, πονοκέφαλος, λευκοκυττάρωση, εμετός	<ol style="list-style-type: none"> 1. Επαρκές μαγείρεμα. 2. Ταχεία ψύξη. 3. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής. 4. Ξήρανση ή κατάψυξη.
<i>Clostridium botulinum</i>	Λαχανικά, κονσέρβες κρεάτων/ψαριών, μέλι, φρούτα, ζυμούμενα τρόφιμα	Νευροτοξίνες	Πεπτικές διαταραχές, δυσκολία στην κατάποση, όραση, ομιλία & αναπνοή, εξάντληση, ξηροστομία, παράλυση του κέντρου αναπνοής, θάνατος	<ol style="list-style-type: none"> 1. Επαρκής θέρμανση & ψύξη & σωστό κλείσιμο των κονσερβών. 2. Απόρριψη φουσκωμένων κονσερβών ή οικιακής προέλευσης. 3. Προσθήκη NaCl, νιτρωδών ή οξέων. 4. Διατήρηση υπό ψύξη. 5. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής.
<i>Clostridium perfringens</i>	Κρεατικά, γαλακτοκομικά, πουλερικά, φασόλια, αλιεύματα	Εντεροτοξίνες	Κοιλιακοί σπασμοί, διάρροια, αφυδάτωση, γάγγραινα	<ol style="list-style-type: none"> 1. Επαρκές μαγείρεμα & ταχεία ψύξη. 2. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής & ατομική υγιεινή του προσωπικού. 3. Επαναθέρμανση σε $\theta^{\circ}>74^{\circ}\text{C}$. 4. Διατήρηση σε $\theta^{\circ}>60^{\circ}\text{C}$ ή σε $\theta^{\circ}<40^{\circ}\text{C}$.
<i>Listeria monocytogenes</i>	Κρεατικά, πουλερικά, γάλα, παγωτό, μαλακά τυριά		Πονοκέφαλος, εμετός, διάρροια, κοιλόπονοι, θάνατος σε άτομα με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα & βρέφη	<ol style="list-style-type: none"> 1. Θέρμανση των τροφίμων & αποφυγή επαναμόλυνσης. 2. Ψύξη ή κατάψυξη των γαλακτοκομικών. 3. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής.
<i>Salmonella spp.</i>	Κρεατικά, πουλερικά, αυγά, σαλάτες, ιχθυηρά, καρύδα, γάλα, αλλαντικά, τυρί, παγωτό, κακάο, σοκολάτα		Πυρετός, κοιλιακοί πόνοι, διάρροια, εμετός, πονοκέφαλος, ζαλάδες, ρίγος	<ol style="list-style-type: none"> 1. Επαρκές μαγείρεμα & ταχεία ψύξη. 2. Αποφυγή επαναμόλυνσης. 3. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής & ατομική υγιεινή

				του προσωπικού. 4. Ρύθμιση του pH<4, του NaCl>8% & aw<0.93
<i>Staphylococcus aureus</i>	Κρεατικά, πουλερικά, ψάρια, γάλα, γαλακτοκομικά, μαγιονέζα, τυρί, πάστες	Εντεροτοξίνες	Σιελόρροια, εμετός, κοιλιακές κράμπες, διάρροια, ναυτία, υποθερμία, σωματική εξάντληση	1. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής & ατομική υγιεινή του προσωπικού. 2. Επαρκές μαγείρεμα & αναθέρμανση. 3. Ταχεία ψύξη & διατήρηση υπό ψύξη. 4. Προσθήκη κατάλληλων βακτηριοστατικών ουσιών.
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Στρείδια, γαρίδες, καβούρια, μύδια	Αιμολυσίνη	Κοιλιακές κράμπες, διάρροια, πυρετός, πονοκέφαλος, εξάντληση	1. Επαρκές μαγείρεμα & ταχεία ψύξη. 2. Αποφυγή επιμόλυνσης θερμικά επεξεργασμένων ψαριών από ωμά. 3. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής. 4. Αποφυγή πλυσίματος ιχθυηρών με θαλασσινό νερό.
<i>Vibrio cholerae O1</i>	Μολυσμένο νερό, λαχανικά, αναψυκτικά	Ενδοτοξίνη	Κοιλόπονος, εμετός, διάρροια, αφυδάτωση, θάνατος	1. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής. 2. Υγιεινή του νερού. 3. Τακτικός έλεγχος των αποχετεύσεων.
<i>Shigella spp.</i>	Κεφαλόποδα, μαλακόστρακα, φρούτα, λαχανικά, κοτόπουλο, γάλα, τυριά, κρεατικά		Κοιλόπονος, πυρετός, αιμορραγική διάρροια, αφυδάτωση, κόπρανα με βλέννες	1. Επαρκές μαγείρεμα & ταχεία ψύξη. 2. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής & ατομική υγιεινή του προσωπικού. 3. Προστασία τροφίμων από επαφή με έντομα. 4. Υγιεινή του νερού.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Κρεατικά, ψάρια, γάλα, λαχανικά, νερό, παγωτό		Πυρετός, κοιλόπονος, κεφαλόπονος, ανορεξία, διάρροια δυσεντερία, φαρυγγίτιδα του προσωπικού.	1. Επαρκής θέρμανση & αποφυγή επαναμόλυνσης. 2. Έλεγχος των εντόμων & τρωκτικών. 3. Χλωρίωση του νερού. 4. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής & ατομική υγιεινή
<i>Escherichia coli</i>	Μαλακά τυριά, κρεατικά, κρέμες, πουρέ πατάτας, νερό		Διάρροια, πυρετός, ναυτία, εμετός, κοιλόπονος, αφυδάτωση	1. Επαρκής θέρμανση & ταχεία ψύξη. 2. Χλωρίωση του νερού. 3. Διατήρηση συνθηκών υγιεινής & ατομική υγιεινή του προσωπικού. 4. Έλεγχος των εντόμων.

- Διαχωρισμό των σταδίων υγιεινής και των γραμμών παραγωγής για την αποφυγή επαναμολύνσεων των προϊόντων.

Στη συνέχεια, πρέπει να ληφθεί μία σειρά μέτρων που αφορούν τόσο την παραγωγική διαδικασία όσο και το προϊόν, βάσει των επτά αρχών του HACCP⁴. Ένας οδηγός για την δημιουργία ενός σχεδίου HACCP που αφορά την υγιεινή των τροφίμων εξαρτάται από τα μέτρα ελέγχου των Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (Critical Control Points, CCPs) και η αξιοπιστία του εξασφαλίζεται με έλεγχο και επιθεώρηση των CCPs (Σχήμα 3.6).

Σε ένα πρόγραμμα HACCP για την υγιεινή των τροφίμων το πρώτο στάδιο είναι ο εντοπισμός του κινδύνου, δηλαδή αν και σε ποια έκταση τα παθογόνα βακτήρια υπάρχουν στις πρώτες ύλες και στα πρόσθετα και κατά πόσον τα τρόφιμα μπορούν να μολυνθούν κατά την διάρκεια της επεξεργασίας. Μετά, πρέπει να

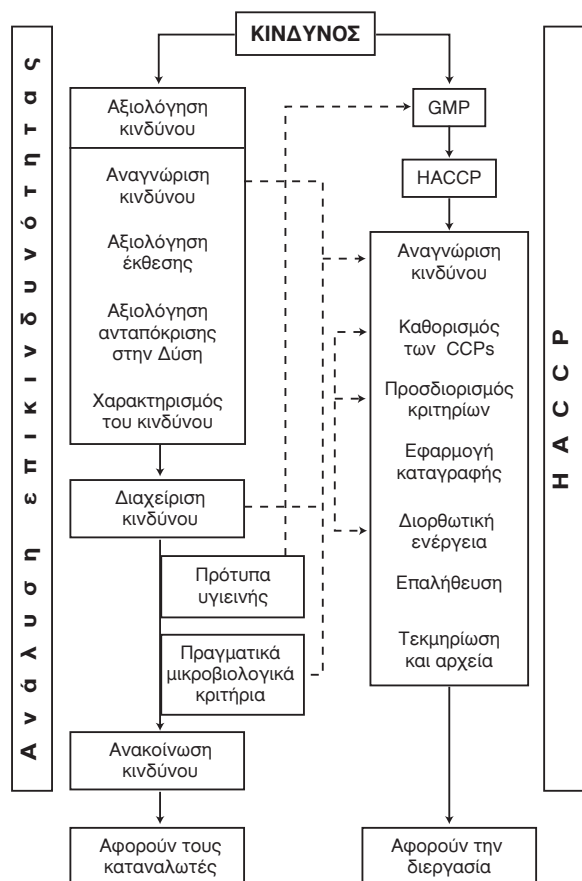
εξεταστεί αν η παραγωγική διαδικασία, οι συνθήκες αποθήκευσης και η χρήση του προϊόντος μπορούν να ευνοήσουν την ανάπτυξη των παθογόνων και τοξινογόνων βακτηρίων.

Η προτεινόμενη αξιολόγηση των κινδύνων (risk assessment) παρουσιάζει δύο βασικές δυσκολίες: α) τον καθορισμό της Ελάχιστης Μολυσματικής Δόσης (MID) και β) την πολυπλοκότητα της κινητικής των αντιδράσεων βακτηριακής επιβίωσης, ανάπτυξης και θανάτωσης στα τρόφιμα. Η δυσκολία καθορισμού του MID έγκειται στο ότι:

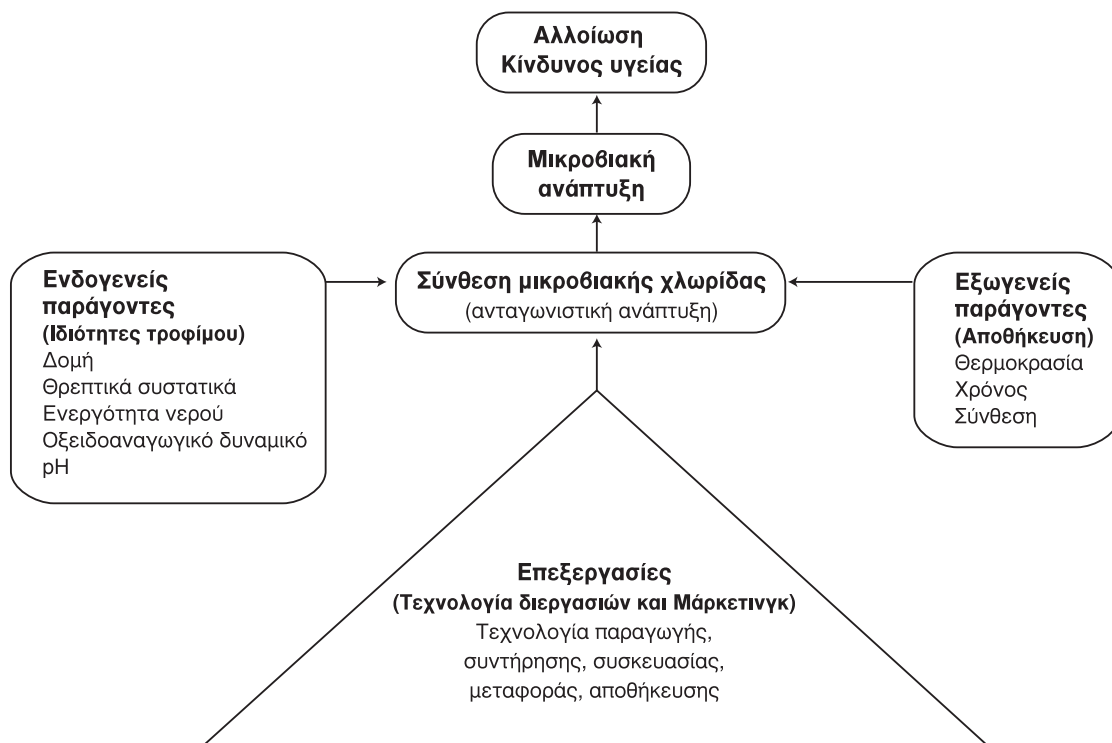
- Υπάρχουν ομάδες καταναλωτών που είναι περισσότερο ευαίσθητες στους μικροβιολογικούς κινδύνους, όπως τα παιδιά, οι έγκυες και οι ενήλικες
- Ο κάθε καταναλωτής έχει διαφορετική ανοσολογική κατάσταση, εντερική χλωρίδα και ποσότητα στομαχικών υγρών
- Διαπιστώνονται, μόνιμες αλλαγές στην ποσότητα των μικροοργανισμών στα τρόφιμα, οι οποίες καθορίζονται από ενδογενείς, εξωγενείς παράγοντες και από τις εφαρμοζόμενες επεξεργασίες, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.7⁴.

Κίνδυνοι από ιούς

Οι ιοί είναι ενδοκυτταρικά παράσιτα, τα οποία είναι ορατά μόνο με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου⁸. Η αδυναμία τους να πολλαπλασιάζονται έξω από το κύτταρο του ξενιστή τους υποχρεώνει να ζουν και να αναπτύσσονται μέσα σε βακτήρια, μύκητες, φυτά και ζώα⁶. Μόλυνση με ιούς μπορεί να λάβει χώρα είτε άμεσα με τον χειρισμό των τροφίμων από προσβλημένους εργάτες είτε έμμεσα από μη επεξεργασμένα απόβλητα. Ασθένειες που οφείλονται σε κατανάλωση τροφίμων μολυσμένων με ιούς είναι η ηπατίτιδα Α, η πολιομελίτιδα και η γαστρεντερίτιδα. Υπεύθυνοι ιοί θεωρήθηκαν ο ιός της ηπατίτιδας Α (HAV), οι “περιστρεφόμενοι” ιοί και οι ιοί της οικογένειας Norwalk². Η διάγνωση των ιών στα τρόφιμα με τις συνηθισμένες εργαστηριακές δοκιμές είναι σχεδόν αδύνατη, γιατί η ανάπτυξη των ιών απαιτεί την ύπαρξη ζωντανού ξενιστή και η συγκέντρωσή τους στα μολυσμένα τρόφιμα είναι ιδιαίτερα μικρή¹³. Ευαίσθητα τρόφιμα για



Σχήμα 3.6. Αντιπροσωπευτικός οδηγός για δημιουργία σχεδίου HACCP.



Σχήμα 3.7. Παράγοντες που επηρεάζουν την μικροβιακή ανάπτυξη στα τρόφιμα.

την ανάπτυξη ιών είναι τα μαλάκια, οι σαλάτες, τα φρούτα, τα κρύα σάντουιτς, το γάλα, τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα παγωμένα αναψυκτικά. Τα τρόφιμα που εμπλέκονται στην εκδήλωση ασθενειών από ιούς υποδεικνύουν την οδό μόλυνσης τους. Όταν υπεύθυνο τρόφιμο είναι τα μαλάκια, η μόλυνση συνήθως οφείλεται στο νερό, ενώ για τις σαλάτες η μόλυνση γίνεται στον τόπο καλλιέργειας των λαχανικών ή προκαλείται από την χρήση μολυσμένου νερού / αποβλήτων για αρδευτικούς σκοπούς. Για τα υπόλοιπα τρόφιμα η μόλυνση προέρχεται από προσβεβλημένους εργαζόμενους και μεταδίδεται μέσω πλημμελούς καθαριότητας των χεριών⁷. Το πρόβλημα αυτό είναι πιθανότερο να εμφανιστεί στα εστιατόρια και σε επιχειρήσεις τροφοδοσίας, παρά στα εργοστάσια. Για την αποφυγή μετάδοσης των ιών στον άνθρωπο απαιτείται ικανοποιητικό μαγείρεμα των τροφίμων (αύξηση της θερμοκρασίας στο γεωμετρικό κέντρο στους 85-90°C x 1min για τα μαλάκια μειώνει σημαντικά το επίπεδο μόλυνσης με HAV), παρεμπόδιση κοπρανώδους μόλυνσης των τροφών, καλλιέργεια και συγκομιδή των μυδιών σε περιοχές

απαλλαγμένες από ανθρώπινα απόβλητα, αποφυγή επαναμόλυνσης των επεξεργασμένων τροφίμων από μολυσμένα προϊόντα, διατήρηση συνθηκών υγιεινής, κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού, χλωρίωση του νερού και παρεμπόδιση επαφής των εντόμων με τις επιφάνειες επεξεργασίας των τροφίμων^{2, 6-8, 13}.

Παράσιτα / πρωτόζωα

Τα παράσιτα είναι οργανισμοί που αντλούν την τροφή τους από τον ξενιστή και διακρίνονται σε πρωτόζωα, νηματώδη, ταινίες και τρηματώδη. Μεταδίδονται μέσω τροφίμων και νερού που έχουν μολυνθεί με κόπρανα και τα οποία περιέχουν παράσιτα ή τμήματα παρασίτων από προσβεβλημένους ξενιστές^{2,6}. Επιπλέον, σημαντική πηγή μόλυνσης με παράσιτα μέσω της κοπρανώδους-στοματικής οδού αποτελεί η επαφή του ανθρώπου με προσβεβλημένες γάτες⁴. Παράσιτα τα οποία έχουν απασχολήσει κατά καιρούς τη βιομηχανία τροφίμων είναι το *Giardia lamblia*, το *Cryptosporidium parvum*, το *Anesakis spp.*, το *Diphyllobothrium latum*, το *Entamoeba histolytica*, το *Ascaris lumbricoides*, το *Toxoplasma gondii* και

το *Trichinella spiralis*. Ορισμένα από αυτά παράγουν κύστες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη ανθεκτικότητα στα χημικά απολυμαντικά και μπορούν να επιβιώσουν σε υδατικά διαλύματα έως και για ένα έτος. Τα υπεύθυνα τρόφιμα για αρρώστιες από παράσιτα είναι τα ψάρια και ιδιαίτερα ο σολωμός, το ωμό κρέας, το μη παστεριωμένο γάλα και το νερό. Για την επιτυχή καταπολέμηση των παρασίτων απαιτούνται σωστές κτηνοτροφικές πρακτικές, συνεχής και επαρκής υγειονομικός έλεγχος των σφαγείων, διατήρηση συνθηκών υγιεινής, ατομική υγιεινή των εργαζόμενων, κατάλληλη αποχέτευση στις εγκαταστάσεις και επαρκής επεξεργασία των αποβλήτων^{2,6-8}. Πρέπει να τονιστεί ότι η χλωρίωση του πόσιμου νερού δεν είναι επαρκής ούτε για την αδρανοποίηση των κυστών του *E. histolytica* και του *G. lamblia* ούτε των ωοκυστών του *Cryptosporidia*⁴. Επεξεργασίες που μπορούν να εξαλείψουν τον κίνδυνο των παρασίτων είναι το σχολαστικό μαγείρεμα, η κατάψυξη, η ξήρανση και το αλάτισμα, ενώ ιδιαίτερα για το χοιρινό κρέας και την εξάλειψη της *Trichinella spiralis* συνίσταται η θέρμανση του γεωμετρικού κέντρου σε θερμοκρασία 66°C κατ' ελάχιστο και η ταχεία κατάψυξη στους -15°C ή χαμηλότερα για τουλάχιστον 20 μέρες.

Μυκοτοξίνες

Οι μυκοτοξίνες αποτελούν δευτερεύοντα, τοξικά προϊόντα μεταβολισμού ορισμένων μυκήτων. Μέχρι σήμερα έχουν απομονωθεί γύρω στις 80 μυκοτοξίνες, που παράγονται από 200 είδη μυκήτων. Η ίδια μυκοτοξίνη μπορεί να παράγεται από περισσότερους του ενός είδους μύκητες, ενώ ο ίδιος μύκητας μπορεί να παράγει περισσότερες από μία μυκοτοξίνες. Στον Πίνακα 3.3 δίνονται μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα μυκοτοξινών και των ειδών των μυκήτων που τις παράγουν¹⁰.

Η κατανάλωση μυκοτοξινών μπορεί να συμβεί είτε άμεσα από την κατανάλωση μολυσμένων καρπών, είτε έμμεσα από την κατανάλωση ζωικών προϊόντων. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο ότι, ένα τρόφιμο που δεν είναι προσβεβλημένο από μύκητες δεν σημαίνει ότι είναι απαραίτητα απαλλαγμένο και από μυκοτοξίνες, γιατί οι μυκοτοξίνες εισχωρούν στο τρόφιμο και παραμένουν εκεί ακόμα και μετά την απομά-

Πίνακας 3.3. Παραγόμενες μυκοτοξίνες από διάφορα είδη μυκήτων.

Μυκοτοξίνη	Είδος Μύκητα
Αφλατοξίνες	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>Penicillium expansum</i> , <i>P. glaucum</i> , <i>P. Diritatum</i>
Πατουλίνη	<i>Penicillium patulum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. urticae</i> , <i>Aspergillus clavatus</i>
Ωχρατοξίνες	<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. sulphureus</i> , <i>Penicillium viridicatum</i> , <i>P. verrucosum</i> , <i>Gloeotinia temulenta</i>
Σποροφουσαρίνη	<i>Fusarium tricinatum</i>
Ισλανδοτοξίνη	<i>Penicillium islandicum</i>
Εργοτοξίνες	<i>Claviceps purpurea</i>

κρυνση του μύκητα που τις παράγει.

Οι αφλατοξίνες είναι μυκοτοξίνες που συνήθως απαντώνται στα τρόφιμα και εμπερικλείουν ιδιαίτερους κινδύνους για την υγεία των καταναλωτών. Πρόκειται για μια ομάδα ετεροκυκλικών ενώσεων με συγγενείς χημικές ιδιότητες, έξι από τις οποίες παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον για την ασφάλεια των τροφίμων (B1, B2, G1, G2, M1 και M2). Οι αφλατοξίνες M1 και M2 απαντώνται στο γάλα γαλακτοπαραγωγών ζώων που καταναλώνουν ζωοτροφές με αφλατοξίνες B1 και B2, οι οποίες είναι και οι συνηθέστερες στα τρόφιμα.

Τα ύποπτα για αφλατοξίνες τρόφιμα είναι οι ελαιούχοι καρποί, τα δημητριακά, τα φρούτα, οι χυμοί, τα αρτοσκευάσματα, το γάλα, το σκώπι, το κρέας των πουλερικών, τα αυγά και ορισμένες κατηγορίες τυριών. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή αφλατοξινών στα τρόφιμα είναι το στέλεχος του μύκητα, η θερμοκρασία (βέλτιστη θ° = 24-25°), η υγρασία, το pH, το υπόστρωμα, η παρουσία μυκητοστατικών και ο ανταγωνισμός μικροβίων. Η κατανάλωση τροφίμων με αφλατοξίνες μπορεί να οδηγήσει είτε σε οξεία είτε σε χρόνια τοξίνωση. Το σύνδρομο Reye που εμφανίζεται κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων στην Ταϊλάνδη, έχει μορφή επιδημίας σε νεαρά άτομα και συνήθως προξενεί το θάνατο. Οι αφλατοξίνες μπορούν επιπλέον να προκαλέσουν καρκίνο του ήπατος, δημιουργία οιδήματος, αιμορραγία στα έντερα και προβλήματα νευρολογικής φύσης. Ο FAO/WHO

συνιστά ως ανώτατο επιτρεπτό επίπεδο αφλατοξινών στα τρόφιμα τα 30 µg/kg τροφίμου, ενώ τα αποδεκτά όρια των μυκοτοξινών σε διεθνές επίπεδο δίνονται στον Πίνακα 3.4¹⁴.

Πίνακας 3.4. Εύρος επιτρεπών ορίων για τις μυκοτοξίνες.

Μυκοτοξίνη	Επιτρεπτό όριο (µg/Kg)
Αφλατοξίνη στα τρόφιμα	0-50
Αφλατοξίνη M1 στο γάλα	0-0.5
Πατουλίνη στο χυμό μήλου	20-50
Ωκρατοξίνη A στα τρόφιμα	1-300
Ζεαραλενόνη	30-1000

Το βασικό πρωτόκολλο ανάλυσης των μυκοτοξινών στα φυσικά προϊόντα περιλαμβάνει τα εξής στάδια: δειγματοληψία, προετοιμασία δείγματος, εκχύλιση, καθαρισμό, τελικό διαχωρισμό (με χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας, TLC, ή χρωματογραφία μικροστήλης), μετατροπή σε παράγωγα, ανίχνευση και ποσοτικοποίηση (με γρήγη χρωματογραφία υψηλής απόδοσης, HPLC, ή ELISA, ή TLC) και επιβεβαίωση (με βιολογικές δοκιμές, ή φασματοφωτομετρία μάζας ή TLC). Ωστόσο, υπάρχουν αρκετά προβλήματα κατά την ανίχνευση και τον προσδιορισμό των αφλατοξινών και γενικότερα των μυκοτοξινών στα τρόφιμα, τα σημαντικότερα από τα οποία είναι¹⁴:

- Οι μυκοτοξίνες απαντώνται σε σύνθετα, από χημική άποψη, υποστρώματα.
- Οι μυκοτοξίνες κατανέμονται ανομοιόμορφα στα τρόφιμα και τις ζωοτροφές. Η εξέταση ικανοποιητικού αριθμού δειγμάτων από κάθε παρτίδα κρίνεται απαραίτητη.
- Από χημική άποψη οι μυκοτοξίνες αποτελούν μία αρκετά διαφοροποιημένη κατηγορία χημικών ενώσεων.
- Οι διαδικασίες εκχύλισης και καθαρισμού ποικίλουν με τον τύπο του δείγματος και το είδος της προς εξέταση μυκοτοξίνης.
- Η επαλήθευση της παρουσίας μυκοτοξινών απαιτεί χρήση φασματοφωτομετρίας μάζας.

Η πρόληψη αποτελεί το καλύτερο μέτρο για τον έλεγχο της παρουσίας των αφλατοξινών στα τρόφιμα και μπορεί να επιτευχθεί με μείωση της προσβολής των μυκήτων στις καλλιέργειες, ταχεία ξήρανση και σωστή αποθήκευση των συλλεγμένων καλλιεργειών και με σωστή χρήση

αποτελεσματικών μυκητοκτόνων παραγόντων. Ωστόσο, σε περίπτωση μόλυνσης των τροφίμων με αφλατοξίνες μπορούν να εφαρμοσθούν διαδικασίες απολύμανσης και αποτοξίνωσης που περιλαμβάνουν¹⁴:

1. Φυσικές μεθόδους αδρανοποίησης / ανενεργοποίησης / απομάκρυνσης με ποικιλία μεθόδων, όπως μηχανική διαλογή, θερμική επεξεργασία, ακτινοβολία, εκχύλιση και προσρόφηση.
2. Χημικές μεθόδους αδρανοποίησης / ανενεργοποίησης / απομάκρυνσης με επεξεργασία με διθειώδες, οξέα, οξειδωτικά μέσα και αμμωνία.
3. Βιολογικές μεθόδους απομάκρυνσης με μικροβιακή ανενεργοποίηση και ζύμωση.

Η πιθανότητα ύπαρξης των υπολοίπων μυκοτοξινών στα τρόφιμα είναι σαφώς πιο μικρή από ότι των αφλατοξινών, χωρίς αυτό όμως να σημαίνει ότι θα πρέπει να απορρίπτεται γιατί η κατανάλωσή τους μπορεί να αποβεί εξίσου επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία. Για το λόγο αυτό, η ομάδα του HACCP θα πρέπει να λαμβάνει όλα τα απαιτούμενα μέτρα αποκλεισμού των μυκοτοξινών από τα τρόφιμα και να έχει πρόσβαση σε πληροφορίες για την εμφάνιση νέων μυκοτοξινών στα τρόφιμα^{2,6-8,10}. Τα πιθανά στάδια εφαρμογής των αρχών του HACCP στα αγροτικά αγαθά, στα τρόφιμα και στις ζωοτροφές για την αντιμετώπιση του προβλήματος των μυκοτοξινών συνοψίζονται στον Πίνακα 35.

Χημικοί κίνδυνοι

Η μόλυνση των τροφίμων με χημικές ενώσεις μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγικής τους διαδικασίας και μπορεί να οφείλεται είτε σε φυσικά απαντώμενες είτε σε πρόσθετες χημικές ενώσεις. Η παρουσία ορισμένων χημικών ενώσεων στα τρόφιμα είναι ανεπίτρεπτη διότι τα καθιστούν ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση, ενώ για τις υπόλοιπες ενώσεις έχουν θεσπιστεί ανώτατα επιτρεπτά όρια, η υπέρβαση των οποίων μπορεί να προκαλέσει δηλητηριάσεις. Τα αποτελέσματα από την κατανάλωση τροφίμων μολυσμένων με χημικές ενώσεις μπορεί να είναι είτε χρόνια, όπως ο καρκίνος ή αθροιστικά όπως του υδράργυρου, είτε οξεία, όπως η επίδραση των αλλεργιογόνων τροφίμων. Οι σημαντικότεροι από τους χη-

Πίνακας 3.5. Συστηματική εφαρμογή των αρχών του HACCP στα διάφορα στάδια για την αντιμετώπιση του προβλήματος των μυκοτοξινών¹⁵.

Στάδιο	Είδος Αγαθού	Κίνδυνος	Διορθωτική Ενέργεια
Προ-συγκομιδή	Δημητριακά, ελαιόσποροι, ξηροί καρποί & φρούτα	Προσβολή από μύκητες & παραγωγή μυκοτοξινών	Χρήση ανθεκτικών ποικιλιών. Προώθηση προγραμμάτων ελέγχου εντόμων. Συντήρηση προγραμμάτων άρδευσης. Εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών φροντίδων & πρακτικών.
Συγκομιδή	Δημητριακά, ελαιόσποροι, ξηροί καρποί & φρούτα	Αυξημένη παραγωγή μυκοτοξινών	Συγκομιδή στον κατάλληλο χρόνο. Διατήρηση σε χαμηλές θ ⁰ C. Απομάκρυνση εξωγενών υλικών. Ταχεία ξήρανση σε υγρασία <10%.
Μετά τη συγκομιδή & αποθήκευση	Δημητριακά, ελαιόσποροι, ξηροί καρποί & φρούτα	Αύξηση & εμφάνιση μυκοτοξινών	Αποθήκευση σε στεγνές & καθαρές επιφάνειες. Προστασία των προϊόντων από υγρασία, έντομα & περιβαλλοντικούς παράγοντες.
Μετά τη συγκομιδή, επεξεργασία & παρασκευή	Δημητριακά, ελαιόσποροι, ξηροί καρποί & φρούτα	Μεταφορά μυκοτοξινών ή επιμόλυνση	Έλεγχος όλων των προστιθέμενων συστατικών. Παρακολούθηση των παραγωγικών διαδικασιών. Εφαρμογή GMPs.
Εκτροφή ζώων	Γαλακτοκομικά, κρεατικά & πουλερικά	Μεταφορά μυκοτοξινών στα γαλακτοκομικά, στα κρέατα & τα πουλερικά.	Παρακολούθηση του επιπέδου των μυκοτοξινών στις ζωοτροφές. Έλεγχος των προϊόντων για υπολείμματα μυκοτοξινών.

μικούς κινδύνους δίνονται στον Πίνακα 3.6. Για την επιτυχή αντιμετώπιση των χημικών κινδύνων απαιτείται η λήψη μέτρων, όπως η καθιέρωση προδιαγραφών για τις πρώτες ύλες, η πιστοποίηση της ποιότητας των πρώτων υλών, ο επαρκής έλεγχος κατά την παρασκευή των προϊόντων, η προστασία των τροφίμων από επιμολύνσεις κατά τον χειρισμό και την αποθήκευση και η κατάλληλη επισήμανση.

Φυσικά απαντώμενες χημικές ουσίες

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται χημικές ενώσεις μικροβιακής, ζωικής και φυτικής προέλευσης, για τις οποίες έχουν καθοριστεί τα ανώτατα επιτρεπτά όρια τους στα τρόφιμα από τον Κώδικα Ομοσπονδιακών Κανονισμών (Code of Federal Regulations, Title 21) και από τον FDA. Στην συνέχεια γίνεται περιγραφή των σημαντικότερων κινδύνων της κατηγορίας αυτής^{2,4,6,10}.

Γλυκοζίδια: Πρόκειται για ενώσεις οι οποίες κατά το ένα μέρος αποτελούνται από σάκχαρο και κατά το άλλο από το άγλυκο, το οποίο ευθύνεται για την τοξικότητα. Ένα από τα πιο γνωστά γλυκοζίδια είναι η σολανίνη της πατά-

Πίνακας 3.6. Χημικοί κίνδυνοι που απαντώνται στα τρόφιμα²⁻⁶.

Φυσικά απαντώμενες χημικές ουσίες	Πρόσθετες χημικές ουσίες
Γλυκοζίδια	Χρωστικές
Αιμογλουτινίνες	Συντηρητικά
Σαζιτοξίνη	Αντιοξειδωτικά
Τετροδοτοξίνη	Γαλακτωματοποιητές / σταθεροποιητές
Σιγκουατοξίνη	Όξινες / βασικές ενώσεις
Σκομβροτοξίνη	Γλυκαντικές ενώσεις
Τοξίνες μανιταριών	Αρωματικές ενώσεις
PCBs- Πολυχλωριωμένα διφαινύλια	Ενισχυτές γεύσης
	Γεωργικά φάρμακα
	Αντιβιοτικά
	Τοξικά στοιχεία / ενώσεις
	Υπολείμματα
	Καθαριστικών / απολυμαντικών
	Πρόσθετα πλαστικών
	Υλικών συσκευασίας

τας, το άγλυκο μέρος της οποίας είναι ένα δηλητηριώδες αλκαλοειδές που απελευθερώνεται με την επίδραση του ηλιακού φωτός και προσδίδει στην πατάτα το ανεπιθύμητο κυανοπράσινο

χρώμα. Άλλα δηλητηριώδη γλυκοζιδια είναι η αμυγδαλίνη, οι σαπωνίνες και τα κυανογόνα γλυκοζιδια λιναμαρίνη και λοταουστραλίνη, που απομονώθηκαν από τις ρίζες του φυτού cassava. Για τις ενώσεις αυτές βρέθηκε ότι, η ζύμωση στερεών υποστρωμάτων και μουλιασμένων σε νερό ριζών με κατάλληλους μικροοργανισμούς μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των κυανογόνων. Οι μικροοργανισμοί προκαλούν κυτταρική διάσπαση και διευκολύνουν την επαφή της λιναμαρίνης με ενδογενή ένζυμα (λιναμαράσες). Δυνατότητες για την περαιτέρω αύξηση της αποτελεσματικότητας των ζυμώσεων αποτελούν η διατήρηση συνθηκών που διευκολύνουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και η χρήση καλλιεργειών εκκίνησης που έχουν την δυνατότητα διάσπασης των κυτταρικών τοιχωμάτων του cassava¹⁶.

Αιμογλουτινίνες: Είναι τοξικές ουσίες που απαντώνται κυρίως στα ψυχανθή και η κατανάλωσή τους έχει ανασταλτική δράση στην ανάπτυξη, ενώ υψηλές δόσεις τους μπορούν να προκαλέσουν ακόμη και το θάνατο. Ο κίνδυνος από τις αιμογλουτινίνες είναι περιορισμένος γιατί συνήθως βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις και χάνουν τη δραστηριότητά τους με παρατεταμένη θέρμανση σε νερό.

Σαξιτοξίνη: Περιέχεται σε οστρακοειδή τα οποία εκτρέφονται σε νερά με μεγάλη συγκέντρωση πρωτόζωων-πλαγκτόν και πρόκειται για ένα εποχιακό φαινόμενο γνωστό ως “κόκκινη παλίρροια”. Η συνολική θανατηφόρος δόση της νευροτοξίνης αυτής για τον άνθρωπο είναι 1-4mg και έχει προκαλέσει το θάνατο σε ποσοστό της τάξης 1-10% των προσβεβλημένων ατόμων. Επειδή η κονσερβοποίηση μπορεί να καταστρέψει μόνο μέχρι το 70% της σαξιτοξίνης, συνίσταται η πρόληψη με την καθιέρωση αυστηρών προδιαγραφών, την διεξαγωγή συχνών δειγματοληψιών και την αποφυγή κατανάλωσης ύποπτων οστρακοειδών.

Τετροδοτοξίνη: Πρόκειται για μια θερμοάντοχη νευροτοξίνη που περιέχεται στα έντερα των ψαριών Tetraodon και συνήθως έχει θανατηφόρα κατάληξη.

Σιγκουατοξίνη: Είναι μια νευροτοξίνη που παράγεται από άλγη και στη συνέχεια προσλαμβάνεται από τροπικά ψάρια. Αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για την κονσερβοποιία λόγω

της αυξημένης θερμοαντοχής της.

Σκομβροτοξίνη: Παράγεται από μικροβιακή μετατροπή της ιστιδίνης σε ισταμίνη, κυρίως από είδη του βακτηρίου *Proteus*, όταν τα ψάρια διατηρούνται σε θερμοκρασία δωματίου. Υπεύθυνα τρόφιμα θεωρούνται ο τόνος, το σκουμπρί και το δελφίνι ωκεανών, ενώ ως μέτρο πρόληψης συνιστάται η ταχεία και επαρκής ψύξη των ψαριών.

Τοξίνες μανιταριών: Σε αυτή την περίπτωση τοξικό προϊόν ήταν το ίδιο το μανιτάρι και οι αναφερόμενες δηλητηριάσεις συνήθως οφείλονταν στην κατανάλωση τοξικών μανιταριών που θεωρήθηκαν εδώδιμα κατά λάθος. Η δηλητηρίαση από το *Amanita muscaria* είναι ελαφριά και αντιμετωπίζεται με τη χορήγηση ατροπίνης, σε αντίθεση με τις σοβαρές επιπλοκές που μπορεί να προκαλέσει το *Amanita falloides*.

Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs): Πρόκειται για τοξικές οργανικές ενώσεις, η χρήση των οποίων έχει περιοριστεί σε κλειστά συστήματα λόγω της σταθερότητας που επιδεικνύουν, ενώ έχει απαγορευτεί πλήρως σε ορισμένα κράτη. Η είσοδός τους στην τροφική αλυσίδα πραγματοποιείται μέσω των ψαριών με προσρόφησή τους από το περιβάλλον και στη συνέχεια με συσσώρευση και αντίχνευση σε ιστούς με υψηλή λιποπεριεκτικότητα.

Διοξίνες: Πρόκειται για οργανικές χημικές μολυσματικές ουσίες που περιλαμβάνουν διβενζοφουράνια και πολυχλωριωμένες διβενζο-π-διοξίνες και παράγονται ως υποπροϊόντα συγκεκριμένων βιομηχανικών χημικών ουσιών ή κατά τη διάρκεια διαφόρων καύσεων και αποτεφρώσεων. Το ενδιαφέρον για τις διοξίνες προέκυψε από την τοξικότητα της 2,3,7,8-τετραχλωροδιβενζο-π-διοξίνης (TCDD) σε πειραματόζωα και σε εργάτες που εκτέθηκαν σε αυτή κατά τη διάρκεια εργοστασιακών ατυχημάτων. Το κύριο πρόβλημα με τις διοξίνες είναι η ευρεία διάδοσή τους στο περιβάλλον και η βραδύτατη αποικοδόμησή τους με αποτέλεσμα την παραμονή και δραστηριότητά τους για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Επιπλέον, έχουν την δυνατότητα βιομεγένθυσης καθώς προχωρούν σταδιακά στην τροφική αλυσίδα και συσσωρεύονται στους λιπώδεις ιστούς των ζώων και των ψαριών. Ο ανθρώπινος οργανισμός προσλαμβάνει αυτές τις ενώσεις κυρίως από τα λιπαρά

τρόφιμα, όπως το κρέας, τα ψάρια, το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα¹⁷.

Πρόσθετες χημικές ουσίες

Χρωστικές: Οι χρωστικές που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα διακρίνονται σε φυσικές και συνθετικές. Το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο χρήσης τους είναι 0.02% και πρέπει να είναι απαλλαγμένες από προσμίξεις μετάλλων και οργανικών ενώσεων. Οι συνθετικές χρωστικές όταν διασπώνται έχουν καρκινογόνο δράση, η οποία μπορεί να εκδηλωθεί μετά από πολλά χρόνια.

Συντηρητικά: Πρόκειται για ενώσεις οι οποίες προστίθενται στα τρόφιμα με σκοπό την παράταση της διάρκειας ζωής τους. Ωστόσο, η δόση τους δεν πρέπει να υπερβαίνει τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που καθορίζονται από τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών γιατί, διαφορετικά, έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των καταναλωτών. Αλλαντικά με υψηλή δόση νιασίνης και νικοτινικού νατρίου έχουν θεωρηθεί υπεύθυνα για τροφικές δηλητηριάσεις. Μία σημαντική κατηγορία συντηρητικών είναι τα νιτρικά και νιτρώδη άλατα, τα οποία χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία τροφίμων για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών, όπως το *Clostridium botulinum*, και για τη διατήρηση του χρώματος και του αρώματος των κρεατοσκευασμάτων. Η πρόσληψη των νιτρικών / νιτρώδων από τον άνθρωπο γίνεται είτε μέσω τροφών στις οποίες περιέχονται, όπως τα φυλλώδη τμήματα των λαχανικών, τα φρούτα και το νερό, είτε μέσω τροφίμων στα οποία χρησιμοποιούνται σαν πρόσθετα. Επιπλέον, αποτελούν συστατικό πολλών λιπασμάτων αυξάνοντας τη συγκέντρωσή τους στο νερό και το έδαφος. Τα νιτρώδη μπορούν να σχηματιστούν και μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό με αναγωγή των νιτρικών στο έντερο παρουσία αναγωγικών βακτηρίων. Στη συνέχεια, τα νιτρώδη μπορούν να αντιδράσουν με δευτεροταγείς και τριτοταγείς αμίνες σχηματίζοντας νιτροζαμίνες, οι οποίες υδροξυλιώνονται και διασπώνται τελικά σε φορμαλδεϋδη και διαζωτικές ενώσεις. Οι τελευταίες είναι ισχυρά αλκυλιωτικά μέσα που μπορούν να οδηγήσουν σε προκαρκινικό στάδιο. Η παρουσία υψηλών ποσοτήτων νιτρικών, νιτρώδων και νιτροζαμινών στα τρόφιμα και στη συνέχεια στον

ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να προκαλέσει νεοπλασίες, τερατογένεση, μεθαιμοσφαιριναιμία, υπερθυρεοειδισμό, αποβολές, πνευματική καθυστέρηση και καταστροφή της καροτίνης. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, η επιτρεπόμενη ποσότητα νιτρικών είναι 0.15% και νιτρώδων 0.02%, χωρίς όμως να προσδιορίζεται ο τρόπος χρήσης τους. Ο έλεγχος των ουσιών αυτών μπορεί να γίνει με τη λήψη ορισμένων προφυλάξεων, όπως ο περιορισμός κατανάλωσης σπανακιού από μωρά ή η συντήρηση των μαγειρεμένων τροφίμων στο ψυγείο. Επίσης, τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για τη γενικευμένη χρήση βιταμίνης C σε τρόφιμα με νιτρώδη, γιατί βρέθηκε ότι παρεμποδίζει την αντίδραση νιτρώδων-αμινών.

Αντιοξειδωτικά: Πρόκειται για φυσικές ή συνθετικές οργανικές ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα ώστε να παρεμποδιστεί η τάγγιση του λίπους. Αν και για τα συνθετικά αντιοξειδωτικά δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι είναι επικίνδυνα για την υγεία των καταναλωτών, δεν υπάρχει ταυτόχρονα και καμία εγγύηση για την ασφάλειά τους.

Γαλακτοματοποιητές/ σταθεροποιητές: Η τοξικότητα των ενώσεων αυτών δεν έχει μελετηθεί επαρκώς, αλλά υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να έχουν καρκινογόνο δράση, να προκαλούν κίρρωση του ήπατος και να διευκολύνουν την απορρόφηση άλλων τοξικών ουσιών.

Γλυκαντικές ενώσεις: Οι συνθετικές γλυκαντικές ύλες (όπως σακχαρίνη, κυκλαμικά, ασπαρτάμη, ξυλιτόλη), αν και τείνουν να αντικαταστήσουν τα φυσικά γλυκαντικά στα διατροφικά τρόφιμα, απαιτούν εκτεταμένη έρευνα για την ασφαλή τους χρήση. Το FDA έχει καθορίσει Συνιστώμενη Ημερήσια Πρόσληψη (ADI) για τις συνθετικές γλυκαντικές ύλες, οι οποίες εφόσον καταναλωθούν σε επίπεδα χαμηλότερα από το ADI δεν προκαλούν παρενέργειες στον ανθρώπινο οργανισμό.

Αρωματικές ενώσεις: Είναι οι πολυπληθέστερες ουσίες από τα πρόσθετα των τροφίμων και περιλαμβάνουν τόσο φυσικές όσο και συνθετικές ουσίες. Η τοξικότητά τους απαιτεί περαιτέρω έρευνα διότι έχουν αναφερθεί ορισμένα περιστατικά, όπως η πρόκληση αιμορραγίων και επιπλοκών στο σκώτι από τη χρήση κουμαρίνης.

Ενισχυτές γεύσης: Η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη ουσία αυτής της κατηγορίας είναι το γλουταμινικό νάτριο, το οποίο έχει θεωρηθεί υπεύθυνο για το “κινεζικό σύνδρομο”, δηλαδή ότι προκαλεί εθισμό και έχει θεωρηθεί από τους Ιάπωνες ως μία ξεχωριστή γεύση που ονομάζεται “ουμάμι”.

Γεωργικά φάρμακα: Οι ενώσεις που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι τα οργανοχλωριωμένα παρασιτοκτόνα, τα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα, τα διθειοκαρβαμιδικά μυκητοκτόνα και τα λιπάσματα. Η επικινδυνότητά τους για τον άνθρωπο εκδηλώνεται όταν συσσωρεύονται λόγω μεγάλης ημιπεριόδου ζωής, όταν βρίσκονται σε υψηλές δόσεις ή όταν εκτίθεται συχνά ο ανθρώπινος οργανισμός σε αυτές. Οι επιπλοκές που προκαλούν στον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολλαπλές, με σημαντικότερες την διόγκωση και νέκρωση του ήπατος, την πρόκληση λευχαιμίας – νεοπλασιών στα νεογνά, την παράλυση του νευρικού συστήματος και την πρόκληση πνευμονικού οιδήματος που μπορεί να καταλήξει και στο θάνατο. Η ορθή χρησιμοποίηση των γεωργικών φαρμάκων απαιτεί την εφαρμογή τους στον κατάλληλο χρόνο, τη χρήση της κατάλληλης ποσότητας, την επιλογή του κατάλληλου ιδιοσκευάσματος και την εφαρμογή σε τακτά χρονικά διαστήματα για την αποφυγή αθροιστικού αποτελέσματος. Για την προστασία της υγείας του καταναλωτή θα πρέπει:

1. να αναλύονται οι τροφές ώστε να εξασφαλίζεται ότι η ποσότητα του φαρμάκου είναι μικρότερη από το όριο ανοχής
2. να γίνεται συγκομιδή των φυτικών τροφίμων σε διάστημα επαρκές από τον τελευταίο ψεκασμό / χρήση του φαρμάκου, ώστε η ποσότητά του να ελαττώνεται κάτω από το όριο ανοχής
3. να αποφεύγεται η επαναμόλυνση των τροφίμων με γεωργικά φάρμακα κατά την επεξεργασία τους, είτε με την προσθήκη μολυσμένων πρώτων υλών είτε λόγω της παρουσίας τρωκτικών
4. να θεσπίζονται αυστηρές προδιαγραφές και να γίνεται αυστηρός έλεγχος από τις κρατικές υπηρεσίες για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου ύπαρξης υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα τρόφιμα.

Αντιβιοτικά: Τα υπολείμματα των αντιβιοτι-

κών στα φυτικά και ζωικά τρόφιμα έχουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις: α) στην υγεία των καταναλωτών γιατί προκαλούν αλλεργίες, αλλαγές στην εντερική χλωρίδα και αύξηση της ανθεκτικότητας των παθογόνων μικροοργανισμών και β) στην τεχνολογία πολλών προϊόντων, όπως το γιαούρτι και το τυρί γιατί η παρουσία αντιβιοτικών στο γάλα επιβραδύνει την ανάπτυξη των χρησιμοποιούμενων καλλιιεργειών εκκίνησης.

Τοξικά στοιχεία / ενώσεις: Τα τοξικά στοιχεία που παρουσιάζουν ενδιαφέρον είναι ο κασσίτερος, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, το κάδμιο, ο χαλκός, το αρσενικό και ο ψευδάργυρος. Τα στοιχεία αυτά εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα από περιβαλλοντικές μολύνσεις, το έδαφος, τον εξοπλισμό και τα χημικά που χρησιμοποιούνται στις επεξεργασίες και το νερό. Τρόφιμα στα οποία αποδίδονται δηλητηριάσεις από τοξικά μέταλλα είναι τα ψάρια, τα πουλιά και τα αυγά τους, τα φρούτα, το ρύζι και τα λαχανικά. Η κατανάλωση τροφίμων με τοξικά στοιχεία μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στο κεντρικό νευρικό σύστημα, διαταραχές στις αισθήσεις, κωλικούς, εγκεφαλοπάθειες και αναιμίες. Για την προστασία της υγείας των καταναλωτών έχουν θεσπιστεί μέγιστες ανοχές κάθε στοιχείου και σε ορισμένες περιπτώσεις έχει απαγορευτεί η παρουσία τους στα τρόφιμα.

Υπολείμματα καθαριστικών / απολυμαντικών: Ο κίνδυνος για τη μεταφορά αυτών των ενώσεων στα τρόφιμα είναι άμεσος και η προφύλαξη περιλαμβάνει τον κατάλληλο σχεδιασμό των διαδικασιών καθαρισμού, την εκπαίδευση του προσωπικού, την χρήση μη τοξικών καθαριστικών όταν είναι εφικτό και τον έλεγχο για υπολείμματα μετά τον καθαρισμό / απολύμανση.

Πρόσθετα πλαστικών υλικών συσκευασίας: Η μετανάστευση τοξικών συστατικών (ιδιαίτερα πλαστικοποιητών, καταλυτών, μονομερών και ολιγομερών) από τα υλικά συσκευασίας στα τρόφιμα αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για την υγεία των καταναλωτών και απαιτεί αυστηρή νομοθετική ρύθμιση και θέσπιση ανώτατων επιτρεπόμενων ορίων. Η διάχυση των διάφορων πρόσθετων από τη συσκευασία στο τρόφιμο εξαρτάται από το είδος του συστατικού και του τροφίμου, από τη θερμοκρασία, το φως, την υγρασία, το pH και άλλους παράγοντες, ενώ γενικά είναι μία διαδικασία

που ελέγχεται δύσκολα.

Αλλεργιογόνα τρόφιμα: Οι τροφικές αλλεργίες προκαλούνται από την αντίδραση του οργανισμού σε τρόφιμα ή ουσίες (συνήθως πρωτεΐνες ή γλυκοπρωτεΐνες) που αποτελούν συστατικά των τροφίμων, ή τα μολύνουν, ή παράγονται κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας και της πέψης. Τα συμπτώματα των τροφικών αλλεργιών είναι αναπνευστικά προβλήματα, όπως άσθμα και ρινίτιδα, γαστροεντερικές διαταραχές, όπως διάρροια και εμετοί, δερματικά, όπως αγγειοοίδημα και εκζέματα και αναφυλακτικό σοκ. Άλλες αντιδράσεις του ανθρώπινου οργανισμού στα τρόφιμα είναι οι μικροβιακής ή χημικής φύσης τροφοδηλητηριάσεις και η δυσανεξία σε συγκεκριμένες ουσίες, που δεν είναι όμως ανοσολογικής φύσης. Στην οξεία τους μορφή συνήθως προκαλούν γαστροεντερικές διαταραχές, οι οποίες καθορίζονται από την ποσότητα της καταναλούμενης τροφής και δεν απειλούν την ζωή¹⁸. Το ενδιαφέρον των παραγωγών τροφίμων πρέπει να επικεντρωθεί στον αποτελεσματικό χειρισμό των πιο σημαντικών αλλεργιογόνων παραγόντων (major serious allergens, MSAs), που περιλαμβάνουν το γάλα, τα αυγά, τη σόγια, το αλεύρι, τα φιστίκια, τα οστρακοειδή, τα φρούτα και τους καρπούς. Ο αποτελεσματικός τους χειρισμός απαιτεί την παρεμπόδιση ή τον περιορισμό της παρουσίας των MSAs στα τρόφιμα και την κατάλληλη επισήμανση όσων προϊόντων περιέχουν MSAs. Η εφαρμογή του συστήματος HACCP για την προστασία του καταναλωτή από τα αλλεργιογόνα τρόφιμα προϋποθέτει τον έλεγχο και τον σωστό χειρισμό των χρησιμοποιούμενων συστατικών σε όλα τα στάδια παραγωγής έως και την διανομή και πώληση των προϊόντων. Έτσι, οι προμηθευτές είναι υποχρεωμένοι να εξετάζουν την πιθανότητα επαναμόλυνσης των συστατικών στις εγκαταστάσεις τους και να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα αποφυγής και παρεμπόδισης. Επίσης, σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται γενετικά μεταλλαγμένα συστατικά οι προμηθευτές πρέπει να εξασφαλίσουν ότι η γενετική τροποποίηση δεν έχει συμπεριλάβει αλλεργιογόνο γονίδιο. Η τυχαία παρουσία ενός MSA σε ένα προϊόν μπορεί να προκληθεί από την μόλυνση ενός συστατικού πριν ή μετά την παραλαβή του, από ακατάλληλη σύσταση του μίγματος του τροφίμου και από μόλυνση

με MSA από ένα άλλο προϊόν. Η επιτυχής αντιμετώπιση του προβλήματος των αλλεργιογόνων τροφίμων περιλαμβάνει¹⁹:

- τον αποκλεισμό σημαντικών αλλεργιογόνων παραγόντων από την σύσταση των τροφίμων
- τον έλεγχο των πρώτων υλών, των προγραμμάτων παραγωγής και καθαρισμού για την παρεμπόδιση της επιμόλυνσης από αλλεργιογόνα συστατικά άλλων τροφίμων
- την αποφυγή χρήσης κοινού εξοπλισμού για προϊόντα που περιέχουν MSAs και για προϊόντα χωρίς MSAs.
- την εκπαίδευση του προσωπικού στην κατανόηση και εφαρμογή των απαραίτητων μέτρων
- την ύπαρξη λειτουργικού συστήματος ανάκλησης μολυσμένων προϊόντων που δεν έχουν κατάλληλη επισήμανση
- τον περιορισμό της αλλεργιογόνου δράσης ορισμένων τροφίμων με την χρήση κατάλληλων ενζύμων, όπως στις περιπτώσεις παραγωγής ειδικών σιτάλευρων, ρυζιών και παιδικών τροφών
- την κατάλληλη επισήμανση των προϊόντων που περιέχουν MSAs, η οποία πρέπει να είναι ευδιάκριτη, σαφής και κατανοητή από όλους τους καταναλωτές και
- την ενημέρωση των καταναλωτών για τα αλλεργιογόνα τρόφιμα και την εξακρίβωση πιθανής ευαισθησίας του ατόμου.

Η νομοθεσία σχετικά με τις προφυλάξεις του καταναλωτή από τα αλλεργιογόνα τρόφιμα αναμένεται να διαμορφωθεί από τον Codex Alimentarius και την τρέχουσα ανασκόπηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Επισήμανση των Τροφίμων (EU Review of Food Labeling). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει εκδώσει μία αναφορά για τις τροφικές αλλεργίες και ένα προσχέδιο (III, 5907/97) για την τροποποίηση της Οδηγίας 79/112/EEC της σχετικής με την επισήμανση Directive. Ο Codex και η Επιτροπή Ειδικών των FAO/WHO για τα Πρόσθετα των τροφίμων έχουν ήδη ασχοληθεί με το θέμα και αναμένεται η αξιολόγηση των προτάσεων από την Επιτροπή του Codex Alimentarius στο εγγύς μέλλον.

Φυσικοί κίνδυνοι

Οι φυσικοί κίνδυνοι μπορούν να εισαχθούν στα τρόφιμα σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγικής

διαδικασίας και περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία φυσικών υλικών, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς ή ασθένειες στους καταναλωτές. Ιδιαίτερο κίνδυνο από τα εξωγενή υλικά που μπορούν να βρεθούν στα τρόφιμα διατρέχουν

τα μικρά παιδιά, τα οποία μπορούν να πνιγούν ακόμα και από ένα κομμάτι χαρτί. Στον πίνακα 3.7 παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι φυσικοί κίνδυνοι στα τρόφιμα, οι πιθανές πηγές προέλευσης και οι προτεινόμενοι τρόποι ελέγχου^{2,6}.

Πίνακας 3.7. Φυσικοί κίνδυνοι, οι πηγές προέλευσής τους και οι τρόποι ελέγχου.

Φυσικό Υλικό Πηγές Προέλευσης		Τρόποι Ελέγχου
Γυαλί	Πρώτες ύλες τροφίμων & υλικών συσκευασίας	<ol style="list-style-type: none"> 1. Κατάλληλος χειρισμός των γυάλινων περιεκτών & επαρκείς δοκιμές αντοχής στη θραύση 2. Κάλυψη των λαμπτήρων με πλαστικό 3. Αποφυγή χρήσης γυάλινων οργάνων 4. Αποφυγή εισαγωγής γυάλινων αντικειμένων στην παραγωγή από το προσωπικό
Μέταλλα	Μηνήματα, σύρματα, εργαζόμενοι	<ol style="list-style-type: none"> 1. Σωστή διαχείριση & συντήρηση του εξοπλισμού 2. Προσεκτικό άνοιγμα μεταλλικών περιεκτών πρώτων υλών, προς αποφυγή εμπλουτισμού τους με ρινίσματα 3. Τοποθέτηση ανιχνευτών μετάλλων (με χρήση ακτίνων Χ) σε κατάλληλα σημεία της παραγωγής & ρύθμιση ώστε να ανιχνεύουν και τα μικρότερα δυνατά τεμάχια
Πέτρες	Φυτικά προϊόντα, αγροί, κτίρια	<ol style="list-style-type: none"> 1. Προσεκτική επιλογή των πρώτων υλών 2. Απομάκρυνση με διαλογή, με φυγοκεντρικούς διαχωριστές ή με επίπλευση
Ξύλο	Φυτικά προϊόντα, παλέτες, κτιριακές εγκαταστάσεις	<ol style="list-style-type: none"> 1. Αποφυγή χρήσης παλετών, προσεκτικός χειρισμός & απομάκρυνσή τους από τους χώρους παραγωγής 2. Αποφυγή εισαγωγής ξύλινων αντικειμένων στην παραγωγή από το προσωπικό 3. Αντικατάσταση των ξύλινων κατασκευών στο εσωτερικό των εγκαταστάσεων
Πλαστικά	Χωράφια, παλέτες, υλικά συσκευασίας, εργαζόμενοι	<ol style="list-style-type: none"> 1. Κατάλληλος χειρισμός των πλαστικών περιεκτών & επαρκείς δοκιμές αντοχής στη θραύση 2. Οπτική επιθεώρηση & χρωματισμός για τον εντοπισμό των μαλακών πλαστικών
Έντομα	Χωράφια, κτιριακές εγκαταστάσεις	<ol style="list-style-type: none"> 1. Παρεμπόδιση εμφάνισης των εντόμων με κατάλληλο σχεδιασμό των εγκαταστάσεων, διαχείριση των αποβλήτων & απώθηση με υπέρηχους 2. Παρεμπόδιση εισόδου στις εγκαταστάσεις με κάλυψη των σωλήνων, χρήση κουρτινών αέρα & πλεγμάτων 3. Εξολόθρευση με δηλητηρίαση τους, περιμετρικό ψεκασμό & τοποθέτηση παγίδων
Κόκκαλα	Αγροί, εσφαλμένη ή πλημμελής επεξεργασία	<ol style="list-style-type: none"> 1. Μακροσκοπική (οπτική) εξέταση των πρώτων υλών 2. Αποφυγή μόλυνσης κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας
Μολύνσεις από το προσωπικό	Εργαζόμενοι	<ol style="list-style-type: none"> 1. Σωστή εκπαίδευση 2. Εφαρμογή των πρακτικών καλής υγιεινής μέσα στην παραγωγή (GMP)

Βιβλιογραφία

1. International Commission on Microbiological Specifications for Foods of the International Union of Microbiological Societies, Microorganisms in foods: (4) Application of the HACCP system to ensure microbiological safety and quality, Blackwell Scientific Publications, London, New York 1988.
2. Mortimore, S. & Wallace, C., HACCP: A practical approach, Chapman & Hall, London, Glasgow 1995.
3. Institute of Food Technologists (Professional Food Microbiology Group), (1995), *Listeria monocytogenes* in cheese, IFST: Current Hot Topics.
4. Untermann, F., (1998), Microbial hazards in food, Food Control, 9(2-3), 119-126.
5. <http://www.cdc.gov>, FoodNet
6. HACCP- Principles & Applications, M.D. Pierson & D.A. Corlett, Eds., Chapman & Hall, London 1992.
7. Shapton, D.A. & Shapton, N.F., Principles and Practices for the Safe Processing of Foods, Butterworth/Heinemann, Oxford, 1994
8. Marriott, N.G., Essentials of food sanitation, G. Robertson, Ed., Chapman & Hall, London 1997.
9. Κοτζεκίδου- Ρουκά, Π., Μικροβιολογία Τροφίμων, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 1993.
10. Τζανετάκης, Ν., Υγιεινή τροφίμων- Τοξικολογία, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 1993.
11. Harrigan, W.F. & Park, R.W.A., Making safe food: A management guide for microbiological quality, Academic Press, New York, London 1991.
12. Λιτοπούλου-Τζανετάκη, Ε., Μικροβιολογία γάλακτος, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 1993.
13. Institute of Food Technologists (Professional Food Microbiology Group), 1997, Foodborne viral infections, Food Sci. & Techn. Today, 11(1), 49-51.
14. Γιαννάκη, Ι., (1998), Μυκοτοξίνες στα τρόφιμα: κίνδυνοι & τρόποι αντιμετώπισης, Υγιεινή & Ασφάλεια τροφίμων, 8, 13-18.
15. Westby, A., Reilly, A. & Bainbridge, Z., (1997), Review of the effect of fermentation on naturally occurring toxins, Food Control, 8(5-6), 329-339.
16. Park, D.L., Njapau, H. & Boutrif, E., (1999), Minimizing risks posed by mycotoxins utilizing the HACCP concept, Food, Nutrition & Agriculture, 23, 49-54.
17. Technical & Legislative Committees of the Institute of Food Science & Technology, (1998), Dioxins & PCBs in food, Food Sci. & Technol. Today, 12 (3), 177-179.
18. Hefle, S.L., (1996), The Chemistry & Biology of Food Allergens, Food Technol., 3, 86-92.
19. Technical & Legislative Committees of the Institute of Food Science & Technology, Position Statement, 23 June 1999.