

Linee Guida per una sana alimentazione

DOSSIER SCIENTIFICO

Edizione 2017



Centro di ricerca Alimenti e Nutrizione

Presidenti

Andrea Ghiselli, Marcello Ticca

Coordinatore generale

Laura Rossi

Comitato di coordinamento

Sibilla Berni Canani, Laura Censi, Eugenio Cialfa, Amleto D'Amicis,
Laura Gennaro, Andrea Ghiselli, Catherine Leclercq, Giovanni Battista Quaglia,
Laura Rossi, Umberto Scognamiglio, Stefania Sette, Marcello Ticca

Coordinatore della Revisione Editoriale

Umberto Scognamiglio

Progettazione grafica

Fabio La Piana

Impaginazione

Pierluigi Cesarini, Fabio La Piana, Sofia Mannozi

Roma, 2017

ISBN 978-88-96597-01-9



capitolo 12

SICUREZZA ALIMENTARE

Coordinatore:
Cinzia Le Donne

Gruppo di lavoro:
Umberto Agrimi, Federica Aureli, Simone Belluco,
Gianfranco Brambilla, Carlo Brera, Giovina Catasta,
Ettore Coni, Roberto Copparoni, Francesco Cubadda,
Massimiliano Dona, Emilia Guberti, Carmen Losasso,
Massimo Lucarini, Agostino Macrì, Deborah Martone,
Mario Massaro, Elena Mengheri, Pietro Noè,
Augusto Pastorelli, Ornella Pinto, Antonia Ricci,
Paolo Stacchini, Elisabetta Toti

SOMMARIO

1. LA SICUREZZA ALIMENTARE: L'ANALISI DEL RISCHIO E IL CONTROLLO DI QUALITÀ	1325
2. RISCHI LEGATI ALLE CONTAMINAZIONI MICROBIOLOGICHE	1330
Premessa	1330
2.1 Descrizione delle Malattie a Trasmissione Alimentare (MTA)	1330
2.1.1 Sintomatologia delle Malattie a Trasmissione Alimentare (MTA)	1332
2.2 Agenti eziologici delle Malattie a Trasmissione Alimentare (MTA)	1332
2.3 Epidemiologia delle Malattie a Trasmissione Alimentare (MTA)	1334
2.3.1 Definizione e classificazione di caso singolo	1335
2.3.2 Definizione di focolaio epidemico	1335
2.4 Epidemiologia delle MTA in Europa	1336
2.5 Epidemiologia delle MTA in Italia	1337
2.6 Sistemi di sorveglianza delle MTA in Italia	1337
2.6.1 Il sistema di sorveglianza in Emilia-Romagna	1337
2.6.2 Veicoli di trasmissione e fattori di rischio	1338
2.6.3 Il sistema di sorveglianza in Piemonte	1339
2.6.4 Il sistema di sorveglianza in Toscana	1339
2.6.5 Veicoli di trasmissione e fattori di rischio	1339
2.7 Impatto delle MTA sulla salute pubblica	1340
2.8 Effetto della globalizzazione sull'epidemiologia delle MTA	1341
2.8.1 Mutamenti demografici della popolazione	1342
2.9 Cambiamento delle abitudini alimentari	1342
2.10 Adattamento microbico	1344
2.11 Conclusioni/key points	1345
3. RISCHI LEGATI ALLA MANIPOLAZIONE E CONSERVAZIONE DEGLI ALIMENTI	1352
3.1 Le tecnologie di conservazione degli alimenti	1352

3.1.1	<i>Protezione degli alimenti attraverso sostanze chimiche</i>	1353
3.1.2	<i>Preservazione degli alimenti attraverso il packaging</i>	1355
3.1.3	<i>Protezione degli alimenti attraverso basse temperature</i>	1357
3.1.4	<i>Protezione degli alimenti attraverso alte temperature</i>	1359
3.1.5	<i>Protezione degli alimenti attraverso disidratazione</i>	1360
3.1.6	<i>Altre Tecniche (pressione, ultrasuoni, ecc.)</i>	1361
3.2	L'impatto dei trattamenti tecnologici sulla qualità nutrizionale degli alimenti: alcune evidenze	1364
3.3	Manipolazione e conservazione a livello domestico 53	
3.3.1	<i>Rischi legati alla conservazione</i>	1367
3.3.2	<i>Rischi legati alla manipolazione degli alimenti (cross contaminazione)</i>	1368
3.3.3	<i>Rischi legati alla cottura</i>	1369
3.3.4	<i>Rischi legati allo scongelamento</i>	1370
3.4	L'educazione del consumatore e la sicurezza alimentare	1370
3.5	Key points	1373
4.	RISCHI LEGATI ALLE CONTAMINAZIONI CHIMICO-AMBIENTALI	1375
4.1	Contaminanti ambientali	1376
4.1.1	<i>Elementi in traccia</i>	1376
	<i>Arsenico</i>	1376
	<i>Cadmio</i>	1378
	<i>Mercurio</i>	1381
	<i>Nichel</i>	1382
4.1.2	<i>Idrocarburi policiclici aromatici</i>	1383
4.1.3	<i>Diossine</i>	1384
4.1.4	<i>Radionuclidi</i>	1386
4.2	Contaminanti da fonti naturali	1387
4.2.1	<i>Micotossine</i>	1387
4.2.2	<i>Tossine algali e ittiotossine</i>	1389
4.2.3	<i>Ammine biogene</i>	1389
4.3	Contaminanti da processo	1390
4.3.1	<i>Acrilamide e esteri glicidici degli acidi grassi</i>	1390
4.4	Possibili contaminanti emergenti: Nanomateriali	1391
4.5	Key points	1392
5.	RISCHI LEGATI ALLE SOSTANZE CHIMICHE CHE RESIDUANO NEGLI ALIMENTI E NELLE BEVANDE	1397
	Premessa	1397
5.1	Fitofarmaci	1398
5.1.1	<i>Stato dell'arte</i>	1399
5.1.2	<i>I pro e contro nell'utilizzo dei fitofarmaci</i>	1402
5.1.3	<i>Conclusioni</i>	1404

5.2	Residui risultanti da pratiche zootecniche e veterinarie	1406
5.2.1	<i>Stato dell'arte</i>	1407
5.2.2	<i>I pro e contro nell'utilizzo dei farmaci veterinari</i>	1410
5.2.3	<i>Conclusioni</i>	1411
5.3	Residui da materiali a contatto con alimenti e bevande	1411
5.3.1	<i>Stato dell'arte</i>	1412
5.3.2	<i>Conclusioni</i>	1416
5.4	Key points	1416
6.	RISCHI LEGATI AGLI ADDITIVI E AROMI NEGLI ALIMENTI	1421
	Premessa	1421
6.1	Additivi alimentari: legislazione, organismi di valutazione, caratterizzazione	1422
6.1.1	<i>Rischi/benefici nell'uso degli additivi</i>	1424
6.1.2	<i>Coloranti</i>	1424
6.1.3	<i>Nitrati e nitriti</i>	1426
6.1.4	<i>Edulcoranti</i>	1429
6.1.5	<i>Additivi emergenti: i nanomateriali</i>	1431
6.2	Aromi: legislazione, organismi di valutazione, caratterizzazione	1432
6.2.1	<i>Limitazioni d'impiego e aromi non autorizzati</i>	1434
6.2.2	<i>Le maggiori fonti di esposizione ad aromi nella prima infanzia e in età scolare</i>	1437
6.2.3	<i>Aromatizzanti di affumicatura</i>	1438
6.3	Rischio di superamento degli 'health-based guidance values' o DGA	1438
6.4	Key-points	1440
7.	ALLERGIE E INTOLLERANZE ALIMENTARI	1448
	Premessa	1448
7.1	Definizioni e quadri clinici	1448
7.2	Allergie alimentari	1449
7.2.1	<i>Allergie alimentari IgE mediate</i>	1449
7.2.2	<i>Allergie alimentari non IgE mediate</i>	1451
7.3	Intolleranze alimentari	1451
7.4	Test "alternativi" non convenzionali per le allergie e intolleranze alimentari	1452
7.5	Alimenti responsabili delle allergie alimentari nell'adulto e nel bambino	1453
7.6	L'importanza dell'etichetta alimentare per i soggetti allergici	1454
7.7	Dati epidemiologici	1455
7.8	Suggerimenti per la prevenzione	1455
7.9	Key points	1456
8.	L'ETICHETTATURA DEGLI ALIMENTI: STRUMENTO INFORMATIVO	1457
	Premessa	1457

8.1	La legislazione di riferimento	1457
8.2	Le principali novità del nuovo regolamento sull'etichettatura degli alimenti	1458
8.2.1	<i>La denominazione dell'alimento</i>	1459
8.2.2	<i>Elenco degli ingredienti</i>	1459
8.2.3	<i>La quantità di taluni ingredienti o categorie di ingredienti</i>	1460
8.2.4	<i>La quantità netta</i>	1460
8.2.5	<i>Durabilità del prodotto, condizioni di conservazione o d'uso</i>	1461
8.2.6	<i>Provenienza delle materie prime impiegate</i>	1461
8.2.7	<i>Dichiarazione nutrizionale</i>	1462
8.3	Altre novità del Regolamento 1169/2011	1462
8.4	GDA: nuova presentazione grafica	1463
8.5	Etichetta a semaforo	1464
8.6	Indicazioni nutrizionali e salutistiche	1465
	<i>Allegato (A)</i>	1466
8.7	Quali informazioni dell'etichetta alimentare leggono i consumatori	1472
8.8	Key points	1472
9.	LA PIANIFICAZIONE DEI CONTROLLI BASATA SUI RISCHI: IL PIANO NAZIONALE INTEGRATO MULTI ANNUALE DEI CONTROLLI UFFICIALI (PNI/MANCP)	1477
	Premessa	1477
9.1	Il Piano Nazionale Integrato (PNI)	1478
9.2	La Relazione Annuale	1479
	BIBLIOGRAFIA	1480

1. LA SICUREZZA ALIMENTARE: L'ANALISI DEL RISCHIO E IL CONTROLLO DI QUALITÀ

La sicurezza alimentare è intesa nella sua accezione più ampia come la possibilità di garantire in modo costante e generalizzato acqua ed alimenti per soddisfare il fabbisogno energetico di cui l'organismo necessita per la sopravvivenza e la vita, in adeguate condizioni igieniche. La definizione comunemente accettata a livello internazionale è quella elaborata al World Food Summit nel 1996 secondo la quale essa descrive una situazione in cui: “tutte le persone, in ogni momento, hanno accesso fisico, sociale ed economico ad una quantità di cibo sufficiente, sicuro e nutriente per soddisfare le loro esigenze dietetiche e preferenze alimentari per condurre una vita attiva e sana” (FAO, 1996; Guberti, 2014; Pinstrup-Andersen, 2009).

Dal punto di vista prettamente sanitario la sicurezza alimentare è intesa anche come sicurezza igienico-sanitaria degli alimenti e dei mangimi nell'ottica di filiera integrata ambientale. Nell'accezione giuridica l'alimento (o “prodotto alimentare”, o “derrata alimentare”) è definito come qualsiasi sostanza o prodotto trasformato, parzialmente trasformato o non trasformato, destinato a essere ingerito, o di cui si prevede ragionevolmente che possa essere ingerito, da esseri umani. In ogni caso, la definizione precisa di sicurezza alimentare non è ancora così univoca e la nozione più prossima è quella di “alimento a rischio”, che risulta contemplata all'articolo 14 del regolamento CE 178/2002. Tale regolamento rappresenta un riferimento fondamentale per l'evoluzione della legislazione alimentare in quanto introduce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) e fissa le procedure nel campo della sicurezza alimentare. L'EFSA è responsabile della valutazione scientifica dei rischi (<http://www.efsa.europa.eu>) mentre le decisioni riguardanti la loro gestione sono di responsabilità degli esperti dell'Unione Europea (EFSA, 2012).

Il regolamento CE 178/2002 svolge un ruolo prioritario nella legislazione alimentare ed emana alcuni principi specifici come l'analisi del rischio (articolo 6). L'analisi del rischio è una metodologia sistematica per valutare la probabilità che si verifichino effetti indesiderati sulla salute umana, associati ad uno specifico tipo di alimento, in modo da prevedere l'adozione di misure efficaci e mirate con l'obiettivo di aumentare la sicurezza d'uso degli alimenti (Toti e Catasta, 2011; Orefice, 2001).

In un contesto alimentare, il rischio implica un potenziale impatto sui consumatori. I possibili pericoli alimentari possono essere causati, per esempio, da microrganismi patogeni, sostanze chimiche contaminanti (ad esempio i detersivi) o agenti fisici (ad esempio pezzi di vetro). Nonostante lo sforzo per minimizzare la presenza di pericoli, la sicurezza alimentare non è

assoluta e tali pericoli possono presentarsi (Toti & Catasta, 2011). Quindi il rischio dipende sia dalla probabilità di un effetto avverso alla salute sia dalla gravità di quell'effetto, conseguente ad un pericolo presente in un alimento. Per pericolo si intende un agente biologico, chimico o fisico che rende un alimento non salubre ed esiste quando l'ingestione provoca un danno. Ad esempio, il pericolo chimico può indicare la presenza in un alimento di antiparassitari in eccesso, che introdotti cronicamente possono determinare un danno alla salute; mentre il pericolo fisico può indicare la presenza in un alimento di piccoli frammenti di vetro, la cui ingestione causa un traumatismo immediato, il pericolo biologico può indicare la presenza in un alimento della tossina botulinica, che provoca una intossicazione entro poche ore con elevata probabilità di morte (Toti e Catasta, 2011).

La presenza accertata di certi organismi responsabili di malattie trasmesse da alimenti (ad esempio *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* e *Vibrio parahaemolyticus*) e cioè di un pericolo, non necessariamente indica una concreta possibilità di danno per la salute pubblica. Questo perché il rischio può essere bassissimo (Buchanan, 2004; Codex Alimentarius, 2001; Codex Alimentarius, 2007; FAO/WHO, 2002). La gravità del danno deve tenere conto non solo degli effetti acuti, ma anche di quelli che si manifestano dopo tempi prolungati e, inoltre, del grado di suscettibilità che diverse tipologie di popolazione possono avere nei confronti dello stesso fattore di rischio. La probabilità dell'evento dipende dal numero di soggetti potenzialmente esposti e dalla concreta possibilità che l'azione del fattore in causa raggiunga il consumatore. Un determinato rischio quantificato come basso, medio o alto dagli esperti (rischio valutato) può essere vissuto peraltro in modo difforme dall'opinione pubblica (rischio percepito) (Regione Lombardia, 2002; De Medici, 2001).

Le teorie di gestione e percezione del rischio distinguono i fattori di rischio in fattori imposti e volontari. I fattori di rischio alimentare imposti sono quelli in cui il consumatore ha la probabilità di imbattersi senza la possibilità di esercitare sugli stessi un controllo, perché dipendono da procedure e dinamiche esterne ed estranee (contaminazioni da agenti biologici, chimici, fisici, frodi alimentari). I fattori di rischio volontari (legati agli stili di vita) e familiari (con cui l'individuo convive abitualmente), sono molto più facilmente accettati di quelli imposti, perché potenzialmente sotto il controllo individuale. Un efficace assetto delle strategie preventive non può prescindere da una visione organica di tutti i fattori di rischio (Regione Lombardia, 2002). Dal momento che una condizione di rischio zero è irraggiungibile, l'obiettivo della prevenzione è quello di cercare di ridurre il rischio stesso, razionalizzando l'impegno di interventi e risorse in funzione dell'abbattimento di quelli più gravi (EFSA, 2014; De Felip, 2001).

Il D.Lgs. 155/1997 (attuazione della direttiva 93/43 CEE) ha introdotto un principio assolutamente nuovo nell'ordinamento del diritto alimentare, quello dell'autocontrollo, in base al quale tutti gli operatori del settore alimentare, sono tenuti a controllare tutte le fasi di cui siano responsabili, dalla produzione primaria fino alla vendita o alla messa a disposizione di prodotti alimentari al consumatore finale, al fine di garantire che il prodotto sia realizzato in modo igienico. Attraverso l'innovativo strumento obbligatorio dell'autocontrollo viene quindi conferito un ruolo preventivo alle aziende alimentari e il principio introdotto si basa sul presupposto che il responsabile deve individuare nella propria attività ogni fase che potrebbe rivelarsi critica per la sicurezza alimentare. Questo sistema di autoregolamentazione, deve garantire che siano individuate, applicate, mantenute e aggiornate delle procedure, basate sul sistema di analisi dei

rischi e di controllo dei punti critici HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) al fine di garantire un più elevato livello di sicurezza.

La direttiva 93/43 CEE è stata abrogata dal regolamento CE 852/2004, che ha confermato l'obbligo per gli operatori del settore alimentare di predisporre, attuare e mantenere procedure permanenti basate sui principi del sistema HACCP.

L'obbligo dell'autocontrollo prescinde sia dalla natura, pubblica o privata, dell'azienda (la sicurezza igienica della mensa di un ospedale deve essere la stessa di quella fornita da un ristorante o da una gelateria o da un circolo privato), sia dalle finalità di lucro dell'azienda stessa (Toti e Catasta, 2011).

Il controllo ufficiale e l'autocontrollo diventano, quindi, strumenti sinergici di abbattimento del rischio alimentare nella ristorazione collettiva.

Il processo di salubrità degli alimenti ha inizio dalla produzione agricola e prosegue nelle fasi della trasformazione industriale, della distribuzione e della conservazione, completandosi poi a livello del consumatore nelle fasi della preparazione, cottura e somministrazione dei pasti. L'inadeguatezza in una qualsiasi di queste fasi comporta una maggiore probabilità di rischio per la salute.

Con l'autocontrollo il sistema diventa invece preventivo e la tutela igienica si realizza attraverso queste fasi:

- analisi dei potenziali rischi per gli alimenti;
- individuazione dei punti in cui possono verificarsi dei rischi per gli alimenti;
- decisioni da adottare riguardo ai punti critici individuati, cioè a quei punti che possono nuocere alla sicurezza dei prodotti;
- individuazione ed applicazione di procedure di controllo e di sorveglianza dei punti critici;
- riesame periodico dell'analisi dei rischi, dei punti critici e delle procedure di controllo e di sorveglianza in occasione di variazioni di ogni processo e della tipologia d'attività.

Il sistema è stato oggetto di valutazione del legislatore comunitario fino all'abrogazione della direttiva 93/43 CEE per la sopravvenuta approvazione del regolamento CE 852/04 e la conseguente abrogazione del D.Lgs. 155/1997 attraverso il D.Lgs. 193/2007.

Il regolamento CE 852/04 consente l'apprendimento dei principi su cui si articola lo sviluppo e l'applicazione di questo regolamento:

- la responsabilità principale per la sicurezza degli alimenti compete all'operatore del settore alimentare;
- è necessario garantire la sicurezza degli alimenti lungo tutta la catena alimentare, a cominciare dalla produzione primaria;
- è importante il mantenimento della catena del freddo per gli alimenti che non possono essere immagazzinati a temperatura ambiente in condizioni di sicurezza, in particolare per quelli congelati;
- l'applicazione generalizzata di procedure basate sui principi del sistema HACCP, unitamente all'applicazione di una corretta prassi igienica, dovrebbe accrescere la responsabilità degli operatori del settore alimentare;
- i manuali di corretta prassi igienica, costituiscono uno strumento prezioso per aiutare gli operatori del settore alimentare nell'osservanza delle norme igieniche a tutti i livelli della catena alimentare e nell'applicazione dei principi del sistema HACCP;

- è necessario determinare criteri microbiologici e requisiti in materia di controllo delle temperature, sulla base di una valutazione scientifica dei rischi;
- è necessario garantire che gli alimenti importati rispondano almeno agli stessi standard igienici stabiliti per quelli prodotti nel territorio comunitario o a norme equivalenti.

Nel regolamento CE 852/2004 vengono indicati i principi del sistema HACCP, che il legislatore comunitario definisce come procedura permanente di autocontrollo aziendale:

- identificare ogni pericolo che deve essere prevenuto, eliminato o ridotto a livelli accettabili;
- identificare i punti critici di controllo (CCP) nella fase o nelle fasi in cui il controllo stesso si rivela essenziale per prevenire o eliminare un rischio o per ridurlo a livelli accettabili;
- stabilire nei CCP i limiti critici che differenziano l'accettabilità e l'inaccettabilità ai fini della prevenzione, eliminazione o riduzione dei rischi identificati;
- stabilire e applicare procedure di sorveglianza efficaci nei CCP;
- stabilire le azioni correttive da intraprendere nel caso in cui dalla sorveglianza risulti che un determinato CCP non è sotto controllo;
- stabilire le procedure da applicare regolarmente per verificare l'effettivo funzionamento delle misure preventive;
- predisporre documenti e registrazioni adeguati alla natura e alle dimensioni dell'impresa alimentare al fine di dimostrare l'effettiva applicazione delle misure di autocontrollo.

L'applicazione di un sistema HACCP comporta la messa a punto di una struttura più o meno complessa, che richiede l'intervento di tecnici qualificati e l'installazione di strutture adeguate. Ecco perché i requisiti possono essere flessibili, per consentire anche a piccole realtà di adeguare la procedura alla propria struttura. La norma UNI EN ISO 10854/99 "Sistemi di Gestione per l'Autocontrollo basato sui principi dell'HACCP", rappresenta la metodologia più diffusa per la valutazione dei rischi e dei pericoli connessi alla sicurezza igienica di processi e prodotti, stabilendo opportune e appropriate misure di controllo. Costituisce la linea guida per la realizzazione del sistema HACCP ed è una norma tecnica che può essere utile all'operatore che vuole costruire un sistema HACCP (Codex alimentarius, 2003). Inoltre ricorda come il sistema debba essere da un lato specifico e dall'altro flessibile e prevede che lo svolgimento del sistema abbia a riguardo anzitutto l'analisi dei pericoli (Scipioni, 1997; Cescatti, 2004; Ferrari, 1996).

In questi ultimi anni il settore alimentare è stato coinvolto in diverse crisi (BSE, diossina, influenza aviaria, ITX ecc.) e ciò ha portato il tema della sicurezza alimentare al centro dell'attenzione generale. La sicurezza alimentare è comunque un'emergenza permanente ed una vera sfida, molteplici sono infatti i fattori di rischio e le occasioni di contaminazione, inoltre, occorre considerare anche alcuni cambiamenti culturali della società che hanno interessato il settore alimentare in questi ultimi anni, quali:

1. La crescente frequenza dei pasti fuori casa, che costituisce un rischio sia per la particolare vulnerabilità dei cibi cotti nei riguardi di qualunque tipo di contaminazione microbica, sia per l'effetto moltiplicatore del danno che consegue all'elevato numero di consumatori di un cibo eventualmente contaminato.
2. La globalizzazione dei mercati delle materie prime e dei prodotti alimentari, dove un errore o un abuso che coinvolga la sicurezza dei cibi può trasmettere il rischio a migliaia di chilometri di distanza con evidenti difficoltà di individuazione e di contenimento.
3. La generale tendenza all'applicazione di tecnologie sempre meno drastiche per ottenere

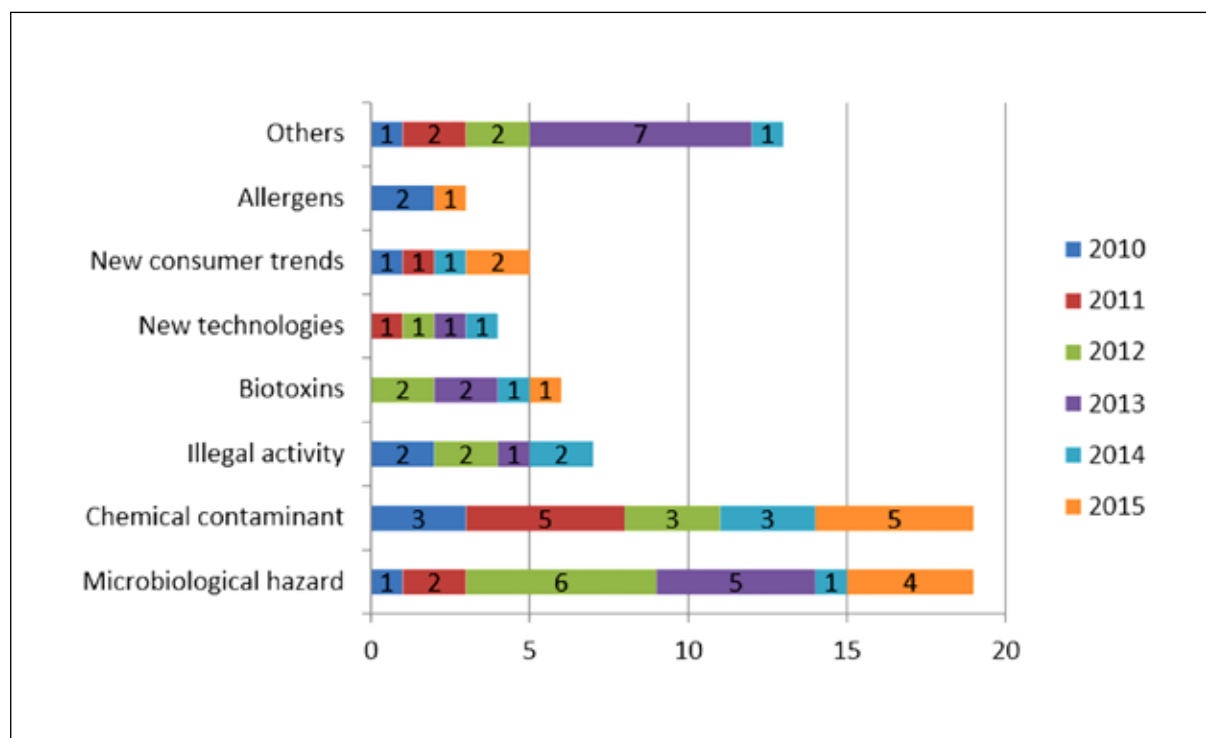
prodotti più freschi, più nutrienti e più gustosi, rappresenta un ulteriore elemento di rischio. Se da una parte, infatti, con questi trattamenti si ottengono cibi più gustosi, dall'altra ne consegue una minore protezione da possibili contaminazioni ed inquinamenti.

L'evoluzione dell'interesse dei consumatori verso la salubrità degli alimenti ha indotto la Commissione Europea e, sul piano nazionale, il Ministero della Salute a considerare come priorità strategica il raggiungimento degli standard più elevati possibili di sicurezza alimentare.

Dall'ultimo rapporto annuale dell'EFSA (2014) si possono evincere i rischi emergenti per la salute umana incorsi dal 2010 negli stati membri. Un rischio emergente per la salute umana è inteso come un rischio derivante da un pericolo di recente identificazione a cui si può verificare una significativa esposizione o da una esposizione inaspettata e/o una maggiore suscettibilità a un pericolo noto. I dati sono originati dai sistemi di sorveglianza sanitaria degli stati membri e dalle attività di identificazione specifica dell'EFSA. I rischi emergenti riportati nell'ultimo rapporto sono evidenziati nella Figura 1. I problemi più frequenti hanno riguardato i rischi microbiologici seguiti da contaminazione da biotossine. Altri problemi poi hanno riguardato le categorie di rischi chimici, attività illegali, nuovi trend di consumo dei consumatori, le nuove tecnologie e processi, la salute degli animali, l'inquinamento ambientale, nuovi metodi di analisi e nuove tecnologie di confezionamento alimentare.

Nei successivi capitoli saranno presentati e discussi i rischi igienico-sanitari legati all'alimentazione col fine anche di indicare possibili azioni di prevenzione e fornire le informazioni necessarie ad attuare comportamenti e scelte alimentari salubri anche dal punto di vista della sicurezza alimentare.

FIGURA 1. Elenco dei problemi emergenti presentati all' EREN (Emerging Risks Exchange Network) dal 2010-2015 per categoria - Fonte: EFSA, 2016



2. RISCHI LEGATI ALLE CONTAMINAZIONI MICROBIOLOGICHE

PREMESSA

Le Malattie a Trasmissione Alimentare (MTA) sono provocate dal consumo di alimenti o di acqua potabile, definita come alimento ai sensi del Regolamento CE n. 178/2002, (Parlamento Europeo e Consiglio, 2002) contaminati da microrganismi patogeni, tra cui batteri e relative tossine, virus e parassiti o da altri agenti tossici presenti negli alimenti. Questi agenti patogeni penetrano nell'organismo attraverso il tratto gastrointestinale, a carico del quale solitamente si manifestano i primi sintomi. Molti di questi microrganismi si trovano frequentemente nell'intestino di animali sani produttori di alimenti. Il rischio di contaminazione è presente dall'azienda agricola alla tavola e rende pertanto necessari interventi di prevenzione e controllo lungo tutta la filiera alimentare. Sono responsabili di elevata morbosità ed anche le forme meno gravi per la popolazione generale possono causare complicanze importanti ed elevata mortalità nei gruppi ad alto rischio come bambini, anziani e portatori di patologie che riducono le difese immunitarie.

Le MTA rappresentano una seria minaccia per la salute pubblica, diffusa in tutto il mondo, secondo, in Italia e in Europa soltanto alle patologie cronicodegenerative (malattie cardiocerebrovascolari, tumori, diabete ecc.). Nell'Unione Europea (UE) sono riferiti ogni anno 320.000 casi nell'uomo, per quanto il numero effettivo sia probabilmente di gran lunga più elevato (EFSA, 2012).

Oltre che per i consumatori, sono eventi indesiderabili anche per i titolari delle imprese alimentari (Operatori Settore Alimentare - OSA) dai quali provengono gli alimenti incriminati per le conseguenze amministrative (sanzioni, sospensione dell'autorizzazione), penali e civili (risarcimento danni) previste.

2.1 DESCRIZIONE DELLE MALATTIE A TRASMISSIONE ALIMENTARE (MTA)

Le MTA sono malattie prevalentemente a carattere acuto associate al consumo di alimenti contaminati da microrganismi patogeni, da tossine batteriche o altro agente tossico.

Nel corso degli ultimi decenni accanto ai patogeni tradizionali, si sono identificati sempre

nuovi patogeni i cosiddetti emergenti (es. *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7..), alcuni dei quali si diffondono anche per effetto dell'incremento di grandi allevamenti intensivi, di scambi commerciali e di viaggi, mentre il ricorso sempre più frequente alla ristorazione collettiva costituisce un importante fattore di moltiplicazione dei casi qualora si verifichi un focolaio di MTA in tale contesto (ISS – Epicentro, 2014).

Le MTA comprendono infezioni, tossinfezioni ed intossicazioni.

Le infezioni alimentari possono derivare dall'ingestione di alimenti contaminati da microrganismi patogeni (es. tifo, epatite virale A); si parla di tossinfezioni quando il patogeno si moltiplica nell'organismo ospite producendo tossine. Talora può causare la MTA la presenza nei cibi di tossine di origine microbica, che causano malattia anche quando il microrganismo produttore non c'è più (*Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*). Oltre alle tossine di origine biologica, possono causare intossicazioni i funghi velenosi o alcune specie di frutti di mare contaminati da alghe tossiche. Altri possibili contaminanti del cibo e dei mangimi sono le micotossine prodotte da funghi, presenti nei cereali in particolari condizioni di temperatura ed umidità, che possono essere dannose sia per l'uomo che per gli animali e causa di tumori, mutagenicità, disturbi endroprogestinici, gastroenterici, renali talora immunodepressione con maggiore sensibilità agli agenti infettivi (EFSA, 2014).

Altri contaminanti possibili del cibo sono gli antibiotici e sostanze ormonali utilizzati in ambito zootecnico, i pesticidi utilizzati in agricoltura, per evitare tale tipo di contaminazione il loro utilizzo è strettamente regolamentato (si rimanda al capitolo 4).

La contaminazione microbica dei cibi può avvenire in molti modi. Alcuni microrganismi sono presenti nell'intestino di animali sani e vengono in contatto con le loro carni (trasmettendosi poi a chi le mangia) durante la macellazione. Frutta e verdura possono contaminarsi se lavate o irrigate con acqua contaminata da feci animali o umane. I batteri del genere *Vibrio*, normalmente presenti nelle acque, vengono filtrati e concentrati dai frutti di mare, come ostriche e mitili, e quindi possono causare infezioni se gli alimenti vengono ingeriti crudi. Le infezioni possono essere trasmesse al cibo, da parte degli operatori, anche durante la fase di manipolazione e preparazione degli alimenti, sia per contatto con le mani che con gli strumenti della cucina, utilizzati ad esempio nella preparazione di diversi alimenti (es. cibo cotto lavorato su superfici o con attrezzature precedentemente usate per prodotti crudi e non disinfettati a dovere si parla di contaminazione crociata). Un cibo cotto e quindi sicuro (la maggior parte dei microrganismi non resiste a temperature superiori ai 70-75 gradi centigradi) può contaminarsi per contatto con cibi crudi. Inoltre, grande importanza rivestono le condizioni in cui i cibi sono mantenuti durante le varie fasi di conservazione: la catena del freddo, ad esempio, previene lo sviluppo e la moltiplicazione di alcuni microrganismi, che per essere tossici necessitano di una popolazione molto numerosa.

Ne consegue che per contrastare le MTA occorre evitare la contaminazione lungo tutta la filiera dalla produzione primaria alle diverse fasi di lavorazione sino alla distribuzione, contrastare la moltiplicazione dei microrganismi mantenendo adeguate temperature di conservazione, bonificare gli alimenti deperibili più facilmente contaminati con una cottura adeguata e conservarli a temperature > 65 gradi centigradi dopo la cottura o portarli rapidamente a temperature di refrigerazione ricordando che anche refrigerati gli alimenti hanno una durata limitata nel tempo (per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 2).

2.1.1 Sintomatologia delle Malattie a Trasmissione Alimentare (MTA)

Normalmente le MTA interessano l'apparato gastrointestinale con manifestazione di nausea, vomito, crampi addominali e diarrea, con una insorgenza dei sintomi in un arco di tempo relativamente breve (da ore a giorni). Nel caso di ingestione di alimenti contaminati, viene solitamente colpita la prima parte dell'apparato gastroenterico ed i sintomi (prevalentemente nausea e vomito) si manifestano in tempi più brevi. Nel caso invece di tossinfezioni in cui i microrganismi diffondono a livello sistemico, il tempo fra consumo del cibo e la comparsa dei sintomi può essere maggiore e il sintomo più frequente è la diarrea, accompagnata da febbre e brividi. Nella Tabella 1 di seguito riportata sono indicati tempi di incubazione, sintomi, agente responsabile e matrice alimentare delle principali MTA (infezioni, tossinfezioni ed intossicazioni) di origine batterica.

Se la maggior parte delle MTA ha carattere acuto ed interessa elettivamente l'apparato gastroenterico vi sono casi in cui i sintomi interessano altri apparati e il decorso della malattia è molto diverso. E' il caso della tossina prodotta dal *Clostridium botulinum* la cui manifestazione è a carico dell'apparato neurologico e si può palesare sino ad 8 giorni dopo l'ingestione.

Altri patogeni alimentari possono causare severe e permanenti disabilità: la listeriosi, per esempio, può essere causa di aborti (Drenthen et al., 2011) e di meningiti in pazienti debilitati da patologie croniche (Allerberger e Wagner, 2010) mentre l'infezione da *Escherichia coli* O157:H7 può essere causa di sindrome uremico-emolitica (HUR), la più comune causa di insufficienza renale riportata nella popolazione infantile (Zoja et al., 2010). La salmonellosi può provocare sindromi artritiche (Uotila et al., 2011) e la campilobacteriosi può provocare l'insorgenza della sindrome di Guillain-Barré, una delle cause di paralisi flaccida più comune negli Stati Uniti negli ultimi 50 anni (Drenthen et al., 2011).

2.2 AGENTI EZIOLOGICI DELLE MALATTIE A TRASMISSIONE ALIMENTARE (MTA)

Si contano nel mondo più di 250 Malattie Trasmesse da Alimenti, che si manifestano con differenti sintomi e sono causate da diversi agenti patogeni, prevalentemente da batteri, virus e parassiti ma anche alghe, funghi, tossine e ammine biologiche (ad esempio l'istamina).

Nel corso dell'ultimo secolo, le malattie di origine alimentare sono cambiate notevolmente, soprattutto nei paesi industrializzati. Da un lato migliori pratiche igieniche e di gestione degli alimenti hanno consentito il contenimento di febbre tifoidea e di colera, dall'altro, nel corso degli ultimi decenni, si sono identificati una serie di patogeni emergenti: *Campilobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*.

Negli Stati Uniti sono stati identificati come agenti patogeni a metà degli anni '90 il parassita *Cyclospora* e il batterio *Vibrio parahaemolyticus* che ha infettato le ostriche. Negli stessi anni, l'Europa si trovava ad affrontare l'emergenza BSE, che nella versione capace di infettare gli esseri umani, la malattia di Creutzfeld-Jacob, costituisce ancora oggi una delle principali preoccupazioni nel campo della sicurezza alimentare.

Attualmente le infezioni più diffuse a livello europeo sono quelle causate dai batteri *Campylo-*

bacter e *Salmonella*, mentre va segnalata come patologia emergente significativa l'*Escherichia coli* ed i virus del gruppo dei calicivirus (norovirus in particolare) (EFSA, 2014).

Il *Campylobacter* genera febbre, crampi addominali ed è la causa più comune di diarrea. Si trova soprattutto nelle carni di volatili e pollame, che quindi dovrebbero sempre essere ben cotti.

La *Salmonella* è uno dei batteri più comunemente diffusi come origine di una tossinfezione alimentare, e si trova negli intestini di rettili, uccelli e mammiferi. I sintomi della salmonellosi sono diarrea, vomito e crampi addominali, ma in soggetti immunodepressi può causare condizioni anche molto serie.

I ceppi di *Escherichia coli* produttori di verocitotossina o Shiga-tossina (VTEC oppure STEC) sono patogeni enterici che producono una potente tossina responsabile di gravi forme morbose nell'uomo. Esistono numerosi sierotipi VTEC, ma solo alcuni sono stati associati frequentemente a malattia grave nell'uomo sono. Tra questi, il più noto e diffuso è il sierogruppo O157 seguito da O26, O145, O111, O121, O103 e O104 causa di una recente epidemia in Germania.

La manifestazione clinica associata a infezione da VTEC varia dalla diarrea acquosa, alla colite emorragica e alla Sindrome Emolitico Uremica (SEU). Quest'ultima è la manifestazione più grave delle infezioni da VTEC e colpisce soprattutto i bambini per i quali la SEU è la causa più importante di insufficienza renale acuta. Non esiste terapia specifica nei confronti dei VTEC ed il trattamento è sintomatico (reidratazione, emo-dialisi e/o dialisi peritoneale, plasmaferesi, emotrasfusioni). Sconsigliata o addirittura controindicata la terapia antibiotica.

L'infezione da VTEC si trasmette all'uomo attraverso l'ingestione di alimenti o acqua contaminati o per contattato diretto con gli animali che ne sono il reservoir naturale. Tra gli alimenti contaminati a maggior rischio vi sono carne cruda o poco cotta, latte non pastorizzato, formaggi e altri derivati a base di latte non pastorizzato. Anche i vegetali (frutta e ortaggi e germogli) e i succhi possono veicolare l'infezione, come dimostrato dalle numerose epidemie legate a questi tipi di alimento (spinaci, lattuga, germogli alfa-alfa) (ISS – Epicentro, 2014).

I **Calicivirus** sono molto comuni ma non facilmente diagnosticati in quanto non ci sono test di laboratorio disponibili per la loro identificazione. Causano acute infezioni gastrointestinali con vomito più che diarrea, che si concludono nel giro di un paio di giorni. Si ritiene che questi virus si trasmettano principalmente da persona a persona e che quindi un cuoco o un operatore infetto che lavori in cucina possa facilmente contaminare il cibo che tocca.

Altre tossinfezioni sono causate da patogeni che possono infettare l'uomo anche attraverso altre vie, come il batterio *Shigella*, il virus dell'epatite A e diversi parassiti. In altri casi invece, la malattia non deriva dall'ingestione diretta di agenti patogeni, ma piuttosto dal consumo di cibo contaminato da una tossina di origine microbica che agisce anche in assenza del microrganismo produttore. È questo il caso del batterio *Staphylococcus aureus* che produce tossine in grado di causare vomito violento. A questa categoria appartiene anche il temutissimo batterio *Clostridium botulinum* che produce una tossina in grado di causare una paralisi mortale nel giro di 24-36 ore (Epicentro ISS 2014).

Fra le MTA emergenti ritroviamo anche l'"anisakidosi", sostenuta da un parassita presente in pesci e cefalopodi freschi che, se non abbattuti termicamente e consumati crudi, possono causare manifestazioni a carattere acuto (dolori gastroaddominali, manifestazioni allergiche) e cronico legato alla penetrazione della larva nella mucosa intestinale con formazione di granulom, ascessi,

ulcerazioni, che possono condurre all'occlusione intestinale fino alla perforazione di intestino e stomaco.

La diagnosi di MTA è possibile attraverso test di laboratorio che identificano l'agente patogeno negli ammalati e negli alimenti.

Le Malattie Trasmesse da Alimenti rientrano tra le patologie con obbligo di denuncia (Ministero della Sanità, Decreto Ministeriale 15/1990), la segnalazione deve essere trasmessa entro 12 ore per via breve. Essenziale è la denuncia tempestiva, obbligatoria anche al solo sospetto da parte del medico venuto a conoscenza dell'episodio di MTA, alle autorità sanitarie competenti ovvero Dipartimenti di Prevenzione ed in particolare Servizi Igiene Alimenti e Nutrizione. Il tutto affinché venga svolta una tempestiva inchiesta epidemiologica in grado di individuare con la massima rapidità i soggetti interessati (casi) per sottoporli ai necessari accertamenti e trattamenti, la sede di preparazione e somministrazione dell'alimento, i possibili fattori favorevoli ed evitare l'ulteriore diffusione o ripetersi dell'episodio.

E' necessario, inoltre, fornire informazioni corrette al paziente ed ai suoi familiari, in caso di tossinfezione in ambiente domestico, sulla necessità, se ancora presenti, di conservare in frigorifero gli avanzi del pasto consumato, e per gli alimenti confezionati conservare anche la confezione originale per poter facilmente risalire al produttore ed al lotto di fabbricazione.

Un'efficace conoscenza e sorveglianza sulle MTA è strumento utile anche ad orientare la programmazione degli interventi di vigilanza territoriale sui prodotti alimentari e gli Operatori del Settore Alimentare (OSA).

2.3 EPIDEMIOLOGIA DELLE MALATTIE A TRASMISSIONE ALIMENTARE (MTA)

L'epidemiologia delle MTA è in rapida evoluzione in maniera correlata all'emergenza di nuovi patogeni alimentari e all'aumento della prevalenza di patogeni già ben caratterizzati.

L'epidemiologia delle MTA sta, dunque, cambiando rapidamente. Alcuni recenti focolai epidemici come quello causato da *Escherichia coli* O104:H4 in Germania (Bielaszewska et al., 2011) oppure dal ceppo epidemico di *Salmonella* Typhimurium DT104 nel Regno Unito (Hollinger K et al., 1998) hanno costituito un serio rischio per la salute pubblica.

Le MTA sono annoverate tra i problemi di salute pubblica con maggiore impatto socio-economico, inferiori solamente alle patologie cronico-degenerative (malattie cardiovascolari, tumori ecc.). Esse sono associate ad alta morbilità, gravi costi umani ed elevati costi socio-sanitari. Ciò nonostante, il loro impatto netto sulla salute pubblica è di difficile determinazione perché i patogeni responsabili di MTA non si trasmettono esclusivamente con gli alimenti ma anche attraverso altre vie.

L'obbligo di notifica di MTA, anche solo sospetta, da parte del medico vige sia per i casi singoli, sia per i focolai epidemici, come specificato dal D.M. 15/12/90 "Sistema informativo delle malattie infettive e diffuse". Per episodio (o focolaio) epidemico di MTA si intende: due o più casi di malattia legati al consumo di un alimento comune. Solo nei casi di intossicazione alimentare, ad esempio il botulismo, un solo caso vale come episodio. I casi rappresentano, invece, gli ammalati associati ad ogni episodio.

2.3.1 Definizione e classificazione di caso singolo

Ai sensi della decisione della Commissione Europea del 28 Aprile 2008 (Commissione delle Comunità Europee, 2008) inerente la definizione di casi di Malattie Trasmissibili alla rete comunitaria, tenuto conto dei criteri clinici, di laboratorio e/o epidemiologici, il singolo caso viene classificato come “possibile”, “probabile” e “confermato”.

Caso possibile: soddisfa i criteri clinici descritti nella definizione specifica del caso, ma non è supportato da prove epidemiologiche o di laboratorio della patologia in questione.

Caso probabile: soddisfa i criteri clinici, presenta una correlazione epidemiologica, ma non possiede una conferma di laboratorio.

Caso confermato: viene confermato in laboratorio e non deve necessariamente soddisfare i criteri clinici descritti nella definizione specifica del caso.

2.3.2 Definizione di focolaio epidemico

La direttiva 2003/99/CE (Parlamento Europeo e Consiglio, 2003) sulle “Misure di sorveglianza delle zoonosi e degli agenti zoonotici” estende le competenze sull’indagine epidemiologica con lo scopo di identificare i patogeni, gli alimenti che li veicolano e i fattori di rischio nella preparazione e nella successiva manipolazione degli alimenti eventualmente coinvolti nella genesi del focolaio stesso. Informazioni complessivamente finalizzate alla prevenzione di future epidemie e al miglioramento della sicurezza alimentare.

Ai sensi della Direttiva 2003/99/CE si parla di focolaio di Malattia Trasmessa da Alimenti quando si osserva un’incidenza, osservata in determinate circostanze, di due o più casi di persone colpite dalla stessa malattia e/o infezione, oppure la situazione in cui il numero di casi umani osservati è superiore al numero atteso e dove i casi sono collegati, o probabilmente correlati, alla stessa fonte alimentare.

Per la definizione di focolaio le informazioni minime richieste sono definite all’allegato IV (E) della direttiva 2003/99/CE includono:

Numero totale di focolai in un anno.

Numero di casi ovvero persone morte o colpite da infezione a causa dei focolai.

Agente causale: l’agente considerato essere la causa del focolaio di origine alimentare e tipicamente quello rilevato nelle persone colpite e/o nel cibo implicato.

Fattore contributivo: fattore che ha contribuito al verificarsi di focolai di MTA che può includere le carenze nella gestione dell’alimento o l’uso di materiali contaminati.

Alimento: qualsiasi sostanza o prodotto, trasformato, parzialmente trasformato o non trasformato, destinato ad essere ingerito da esseri umani (Parlamento Europeo e Consiglio, 2002).

Questa definizione include anche l’acqua potabile e riguarda sia i prodotti alimentari singoli che i pasti composti.

Evidenza epidemiologica descrittiva: correlazione tra due o più persone con sintomi clinici compatibili con una malattia causata dal patogeno stesso e con un possibile veicolo alimentare in comune.

Evidenza epidemiologica analitica: evidenza di una associazione statisticamente significa-

tiva tra un alimento o alimenti e i casi umani coinvolti nel focolai di tossinfezione alimentare dimostrata da uno studio di coorte o uno studio caso-controllo.

Ai fini dell'analisi globale a livello comunitario, è prevista una distinzione tra i focolai di tossinfezione alimentare possibili e i confermati, sulla base dell'esistenza di prove a sostegno del legame tra i casi umani e la fonte di cibo.

Un focolaio di **MTA possibile** è definito come un focolaio compatibile con la sola evidenza epidemiologica descrittiva (compresi quei focolai in cui l'agente eziologico non è noto). Ciò significa che vi sono due o più persone note per avere (simili) sintomi clinici che indicano una malattia causata dallo stesso patogeno di origine alimentare (il patogeno può essere o non essere stato isolato da casi umani) che queste persone abbiano consumato lo stesso cibo.

Un focolaio di **MTA confermato** è definito come un focolaio compatibile con l'evidenza epidemiologica descrittiva (cioè due o più persone note per avere sintomi clinici che indicano una malattia causata dallo stesso patogeno e l'indicazione che queste persone hanno consumato lo stesso cibo), e in aggiunta deve verificarsi una delle seguenti condizioni:

- rilevamento in laboratorio dell'agente patogeno negli alimenti implicati, oppure
- prove di analisi epidemiologica (una associazione statisticamente significativa tra un prodotto alimentare e i casi di epidemia dimostrata da uno studio di coorte o caso-controllo).

Da sottolineare come l'individuazione dell'agente causale da casi umani non è necessaria, ma anche epidemie causate da un agente sconosciuto possono essere classificate come epidemie confermate nel caso in cui vi sia un'evidenza epidemiologica analitica disponibile.

La Tabella 2 riporta in sintesi come viene definito il focolaio epidemico (Regione Piemonte, 2011)

2.4 EPIDEMIOLOGIA DELLE MTA IN EUROPA

I dati pubblicati dall'European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC, 2013) evidenziano come il tasso di notifica dei patogeni potenzialmente veicolati da alimenti sia in alcuni casi decisamente alto (es. *Campylobacteriosi*) (Tabella 3).

Alcuni studi hanno valutato l'impatto sociale ed economico delle MTA che risulta essere elevato (Agenzia Regionale di Sanità della Toscana, 2006). Tale dato è confermato anche dal report 2014 dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA, 2014) sui focolai di MTA elaborato sulla base dei dati inviati dagli Stati membri (relativo ai dati del 2012). In Europa, nel corso del 2012, sono stati notificati 5363 (vs 5648 del 2011) focolai di Malattie Trasmesse da Alimenti, che hanno coinvolto complessivamente 55453 persone (vs 69553 del 2011) (EFSA 2013, 2014) causate da batteri, tossine batteriche e virus. Gli alimenti più frequentemente coinvolti sono uova, alimenti misti, prodotti della pesca e derivati.

L'agente più comune di MTA in Europa è il *Campylobacter* con 214268 casi confermati ed una forte presenza del microrganismo nella carne di pollo, con una percentuale documentata del 23,6% dei campioni prelevati. A seguire la *Salmonella* responsabile di oltre 91000 casi, comunque, in diminuzione in diversi paesi europei grazie al suo contenimento nel pollame, sono stati registrati il 4,1% circa di campioni positivi. Segnalati, inoltre, 1642 casi di *Listeriosi*. Tra gli agenti emergenti l'*Escherichia coli* produttore di verocitossine (VTEC) responsabile di 5671 casi di MTA confermati.

La *Salmonella* è meno frequentemente isolata da alimenti di origine vegetale, tuttavia sono documentati casi sempre più frequenti di contaminazione di frutta secca e spezie. Nel 2001, ad esempio, in Canada è stato rilevato un focolaio epidemico causato dall'ingestione di mandorle crude contaminate da un raro ceppo di *Salmonella* Enteritidis, FT30 (Isaacs et al., 2005) mentre un focolaio di *Salmonella* Agona, causato dall'assunzione di infusi contenenti semi di anice contaminati, si è verificato in Germania nel 2002 (Koch et al., 2005).

2.5 EPIDEMIOLOGIA DELLE MTA IN ITALIA

La Relazione del Ministero della Salute sullo stato di allerta comunitario (Ministero della Salute, 2013) nel corso del 2013 evidenzia un elevato numero di notifiche inerenti il riscontro di *Salmonella* (482 notifiche contro le 409, 396 e le 338 segnalazioni dei tre anni precedenti).

I dati riportati nella Figura 1 sottostante mostrano, in particolare, che la contaminazione da *Salmonella* è comune in molti tipi di alimenti, sia di origine animale, soprattutto pollame e mangimi sia di origine non animale: frutta fresca e secca, erbe e spezie con significativo aumento di segnalazioni per erbe e spezie. Incrementato anche il riscontro di *E. coli* e Norovirus in prodotti alimentari rispetto ai due anni precedenti. Tale incremento è probabilmente collegato ad un maggior controllo mirato per la ricerca di questi patogeni.

La *Listeria* è stata principalmente segnalata in salmone affumicato, ma le notifiche pervenute riguardano anche i prodotti a base di latte, la carne escluso pollame ed i piatti pronti

In Italia, nel 2011, sono state 3887 le persone coinvolte in 908 episodi di MTA di cui ben 695 sono ad agente ignoto e comunque tutti i focolai trasmessi sono a bassa evidenza. Nel 2012 sono stati solo 20 gli episodi di MTA segnalati dall'Italia che hanno coinvolto 111 casi tutti a bassa evidenza (EFSA, 2014). Tutto ciò fa riflettere sulla necessità di migliorare il sistema di sorveglianza delle MTA nel nostro Paese.

2.6 SISTEMI DI SORVEGLIANZA DELLE MTA IN ITALIA

In alcune regioni italiane sono in essere, da periodi più o meno lunghi, sistemi di sorveglianza dedicati per le Malattie Trasmesse da Alimenti. Se ne riportano di seguito alcuni aspetti salienti utili a rendere più completo il quadro epidemiologico delle MTA in Italia.

2.6.1 Il sistema di sorveglianza in Emilia-Romagna

Dal 1988 la Regione Emilia-Romagna aderisce al Sistema di Sorveglianza degli episodi epidemici di Malattie Trasmesse da Alimenti, promosso in Italia dall'Istituto Superiore di Sanità.

Il sistema di sorveglianza, fin dal 1988, è stato caratterizzato dalla raccolta di dati relativi agli episodi (o focolai) epidemici di MTA definiti come “due o più casi di malattia correlati al consumo di un alimento comune”. Unica eccezione a tale definizione sono stati i casi di intossicazione alimentare (botulismo tra le eziologie infettive, intossicazioni da tossine marine o da

sostanze chimiche) per cui anche un solo caso è stato considerato focolaio epidemico.

L'analisi dei dati del sistema di sorveglianza fornisce indicazioni sugli agenti patogeni, sulle modalità di trasmissione, sulle persone esposte e con sintomi, sui fattori di rischio associati con le MTA e permette di formulare indirizzi in relazione agli interventi di prevenzione e controllo.

In Emilia-Romagna, durante il periodo 1988-2011, si sono verificati 1979 episodi epidemici di Malattie Trasmesse da Alimenti (MTA) il cui andamento è riportato nella Figura 2 con la suddivisione tra episodi da salmonella e da altri agenti eziologici (Regione Emilia Romagna, 2011).

Negli anni si è assistito ad una forte e costante riduzione degli episodi di MTA in particolare dal 2001 con un trend negativo degli episodi incidenti, soprattutto relativamente agli episodi da Salmonella. Durante l'ultimo periodo (2001-2011), si sono osservati 505 focolai, con un numero medio di circa 46 episodi ogni anno. Agenti "infettivi" hanno determinato il 69% degli episodi di cui il 50% da Salmonella mentre gli agenti "tossici" hanno invece causato il 6% degli episodi da MTA. Per il 25 % del totale non è stato possibile individuare l'agente eziologico.

Nel 2011 gli agenti eziologici più frequentemente chiamati in causa sono stati: la Salmonella (11 episodi, 30,6% del totale), il Bacillus cereus (16,6% del totale), Staphylococcus enterotossico (5,6%), Campylobacter (5,6%) e Clostridium perfringens (2,8%). Per 12 episodi (33,3% del totale) non è stato possibile individuare l'agente eziologico.

Relativamente agli episodi di intossicazione da funghi, segnalati dagli ispettorati micologici, nel periodo 2001-2011, si evidenzia un andamento variabile del numero di interventi con un valore massimo di 98 interventi nel 2002 e un minimo di 32 nel 2008. Il numero medio risulta pari a 63 interventi ispettivi micologici all'anno. Tale andamento è confermato anche dal numero di persone coinvolte e di ricoverate, che nel 2002 sono pari rispettivamente a 164 e 144, sebbene il valore massimo di persone coinvolte si registri nel 2009, con un valore di 185. Nel 2011 si registrano 60 persone coinvolte e 41 ricoveri.

2.6.2 Veicoli di trasmissione e fattori di rischio

Gli alimenti contenenti uova (31,5%) sono al primo posto tra quelli veicoli delle infezioni e responsabili delle MTA nel periodo 2001-2011; seguono i prodotti della pesca (17,6%) e i prodotti carnei (17,0%). Va sottolineato come, nella stessa finestra temporale, per circa un episodio ogni cinque (21,2%), il veicolo responsabile non è stato identificato. Nel 2011 i veicoli di trasmissione più frequenti sono invece i prodotti carnei (9 episodi, 25,0% del totale), gli alimenti contenenti uova e i prodotti della pesca (6 episodi ciascuno, pari al 16,7% sul totale). Sono 7 (19,4%) invece gli episodi in cui il veicolo non è stato individuato.

Nel periodo 2001-2011, il luogo di preparazione dell'alimento responsabile di MTA è nel 57,8% degli episodi la casa privata; seguono le sedi di ristorazione pubblica (ristoranti, gelaterie, pasticcerie e bar, rosticcerie e gastronomie) pari al 32,1%, infine le sedi di ristorazione collettiva 3,8% (cucina centralizzata, case protette/centri diurni, ospedali, mense). Limitando l'osservazione all'anno 2011 la sede di preparazione dell'alimento responsabile di MTA è la casa privata nel 55,6% degli episodi, seguono la ristorazione pubblica (22,2%), le rosticcerie e gastronomie (11,1%), la ristorazione collettiva per gruppi a rischio (5,6%). Gli episodi in cui invece non è nota la sede di preparazione rappresentano il 5,6% degli episodi totali.

I fattori di rischio che risultano essere più frequenti sono lo scorretto mantenimento della temperatura di conservazione dell'alimento (33,3%), il consumo di cibo crudo o cibo ottenuto da fonti incerte (19,4%) e la cottura inadeguata (13,9%). Nel 2011, il 69,4% di episodi ha riportato almeno un fattore di rischio, nel 22,2% i fattori di rischio implicati sono almeno due.

2.6.3 Il sistema di sorveglianza in Piemonte

In Piemonte è attivo dal 2002 un sistema di sorveglianza, prevenzione e controllo delle MTA, istituito con DGR 85-4977 del 28/12/2001.

Il sistema prevede la raccolta e l'analisi dei dati relativi ai focolai epidemici di MTA, il monitoraggio, che prevede anche la registrazione dei casi singoli, e riguarda sia le tossinfezioni alimentari sia le intossicazioni da sostanze chimiche e avvelenamenti (funghi, biotossine marine, ecc.). Il coordinamento generale della sorveglianza è svolto dalla Direzione Sanità regionale, mentre in ogni ASL sono presenti referenti MTA che fanno capo ai Servizi di Igiene Alimenti e Nutrizione che coordinano un gruppo di lavoro all'interno dell'ASL, si occupano di formazione e aggiornamento e sono responsabili delle segnalazioni dei casi alla Regione. In linea con il trend degli ultimi anni nel 2011 si è assistito una diminuzione degli episodi di MTA e delle positività di laboratorio per enteropatogeni. Nella maggior parte dei casi gli episodi di MTA si verificano a casa (52%) o nella ristorazione pubblica (33%). Gli alimenti identificati come sospetti nello sviluppo dei focolai di tossinfezione alimentare sono stati i prodotti della pesca (24%) e i prodotti carnei (19%) con dati congrui alle analisi condotte su matrice alimentare che evidenziano le positività maggiori per i due alimenti sopra-citati (Regione Piemonte, 2011).

Incongruente risulta invece il dato relativo agli alimenti a base di uova, identificati come sospetti nel 13% delle indagini epidemiologiche in corso di MTA e raramente riscontrati positivi per patogeni nei controlli routinari sulle matrici alimentari (0/27).

Le matrici di origine vegetali sono identificate come sospette nel 6% delle MTA, contro un 0,5% di positività nelle indagini su matrici alimentari (1/190).

2.6.4 Il sistema di sorveglianza in Toscana

La Toscana con deliberazione della Giunta Regionale n° 1241 del 08/11/1999 ha istituito un Centro Regionale per le Tossinfezioni Alimentari – CeRRTA che ha predisposto un report relativo al decennio 2002-2011 (Tabella 4) da cui risultano 339 episodi di MTA (di cui 71 accertati e 268 possibili) che hanno coinvolto 3783 casi. Gli alimenti più frequentemente coinvolti sono tiramisù, preparazioni miste, tonno e sgombroidi, frutti di mare, dolci, mentre per 142 episodi l'alimento coinvolto non è stato accertato (Regione Toscana, 2012)

2.6.5 Veicoli di trasmissione e fattori di rischio

Per quanto riguarda la sede di preparazione/consumo la casa privata è più frequentemente

coinvolta (oltre il 41/46%) a seguire la ristorazione pubblica (ristoranti/pizzerie, bar) ed in minore misura mense per utenze sensibili (bambini, anziani) (Tabella 5).

Per quanto riguarda gli agenti causali la Salmonella rimane ancora l'agente maggiormente responsabile di focolai di MTA (45,4%) e dei casi associati (33,9%). Ancora alta la percentuale di casi sostenuti da Clostridium (19,7%) perfringens rispetto alla percentuale di focolai sostenuti dallo stesso (3,8%) a causa del setting in cui si sono verificati i focolai, cioè ristoranti che forniscono pasti a gruppi turistici numerosi con metodologie di preparazione e conservazione degli alimenti favorevoli alla contaminazione e soprattutto alla crescita a livelli critici di batteri sporigeni quali appunto C. perfringens. Nel 29,5% l'agente non è stato determinato.

Di seguito sono riportati i comportamenti scorretti che hanno favorito il focolaio di MTA in Toscana distinti fra preparazione domestica e non (Tabella 6), che forniscono indicazioni utili per contrastare le MTA orientando gli interventi di controllo e di educazione sanitaria diretta ai cittadini e agli operatori del Settore Alimentare.

Per le preparazioni domestiche prevale l'impiego di ingredienti / alimenti contaminati da patogeni di origine animale (39,6%) ed a seguire il controllo della temperatura di refrigerazione e cottura, per le sedi di preparazione non domestica prevale refrigerazione e raffreddamento inadeguato insieme ad altre modalità di manipolazione e trattamento errate. Da segnalare come sia elevato il numero di focolai in cui si ignorano quali siano stati i comportamenti scorretti sino ad arrivare ad oltre il 50% nelle preparazioni extradomestiche. Tale dato conferma l'importanza di assicurare segnalazioni tempestive da parte dei medici e/o degli stessi interessati, indagini epidemiologiche accurate e tempestive, unite alla necessità di intervenire tempestivamente nelle sedi in cui il focolaio si è verificato per raccogliere elementi ed informazioni utili per individuare le cause ed impedire il mantenimento di condizioni che rappresentino un rischio di MTA.

2.7 IMPATTO DELLE MTA SULLA SALUTE PUBBLICA

Le statistiche riguardanti l'impatto sulla salute pubblica delle MTA si concentrano comunemente sulla stima dell'incidenza dei casi in una popolazione di riferimento. Tuttavia, utilizzando metriche che integrano dati di incidenza, di gravità e di durata è possibile descrivere il loro impatto reale sulla società attraverso la stima del "*Global Burden of Disease*" (GBD) valutato in termini di *Disability Adjusted Life Year* (DALY), una misura basata sul parametro tempo, che combina gli anni di vita persi a causa di mortalità prematura e a causa del tempo vissuto con una disabilità.

Un eminente studio europeo, condotto sulla popolazione olandese (Havelaar et al., 2012) ha stimato che nel 2009 il GBD per le MTA e relative sequele, in Olanda, era stimabile come 13,500 DALY, un valore paragonabile a quello stimato per le infezioni del tratto urinario (15,600). Lo studio dimostrava, inoltre, che il 50% del contributo al DALY derivava dalla filiera alimentare che per due terzi era di origine animale. Tuttavia, un contributo notevole scaturiva anche dalla trasmissione orizzontale, da uomo a uomo, per patogeni quali rotavirus e norovirus e da quella ambientale, per *T. gondii*.

Oltre alla stima del peso della malattia sulla società, nel caso di malattie che presentano bassa incidenza sulla popolazione ma che richiedono grandi investimenti economici per la preven-

zione, come per la variante della malattia di Creutzfeld-Jacob (vCJD) e per le infezioni neonatali da *Cronobacter sakazakii*, è possibile stimare il peso della malattia sul singolo individuo. Il diagramma bidimensionale riportato in Figura 3, ottenuto combinando tutte le evidenze disponibili, descrive l'impatto di alcune MTA sulla popolazione e sul singolo individuo.

Dal diagramma appare chiaro che *T. gondii* e *Campylobacter spp.* siano i patogeni a maggior impatto socio-economico. Il peso di *Salmonella spp.* appare simile a quello delle malattie derivanti da *Campylobacter spp.*, ma a livello di popolazione esso risulta notevolmente inferiore. Questo è dovuto con elevata probabilità alla comprovata efficacia degli interventi che sono stati condotti al livello dei serbatoi animali. *L. monocytogenes*, epatite A e virus E, e *E. coli* STEC O157 mostrano un elevato impatto per singolo individuo ma basso per la popolazione, questo significa che per questi patogeni non sono indicati interventi su larga scala. In questi casi, infatti, l'attenzione dovrebbe essere posta sul mantenimento degli standard di sicurezza delle produzioni di alimenti, sulla sorveglianza attiva e sull'efficacia delle misure protettive in caso di focolai epidemici.

Tra i patogeni con basso peso sul singolo individuo si annoverano i norovirus e i rotavirus che manifestano invece elevato peso sulla popolazione. Essi sono trasmessi principalmente orizzontalmente, da uomo ad uomo, anche se nel caso dei norovirus la trasmissione alimentare è significativa e la messa in atto di azioni preventive sulla catena alimentare può ridurre il peso complessivo. Infine il peso di *Cryptosporidium spp.*, *Giardia spp.* e *B. cereus* appare basso sia sulla popolazione che sull'individuo; gli interventi di sanità pubblica per contrastare questi agenti patogeni, dunque, possono essere meno prioritari.

2.8 EFFETTO DELLA GLOBALIZZAZIONE SULL'EPIDEMIOLOGIA DELLE MTA

L'emergenza di patogeni associati al consumo di alimenti è il risultato di un insieme di cambiamenti nella produzione e nella manipolazione del cibo, lungo la filiera che va dal produttore al consumatore. La maggior parte dei nuovi patogeni non è di recente evoluzione ma già parte della flora microbica ambientale. L'emergenza del patogeno si verifica quando cambiamenti chimico-fisici dell'ambiente consentono un aumento della proliferazione e un maggiore adattamento (Allard, 2002). In altri casi l'emergenza di un patogeno è dovuta semplicemente al miglioramento delle tecnologie di isolamento e caratterizzazione microbica e allo sviluppo di nuove tecniche indipendenti dalle metodiche colturali. I principali fattori di diffusione di microrganismi patogeni includono mutamenti demografici della popolazione, cambiamenti delle abitudini alimentari, comportamento del consumatore ed elevata mutabilità genetica intrinseca dei microrganismi (Nyachuba, 2010).

2.8.1 Mutamenti demografici della popolazione

Al fine di soddisfare la crescente domanda di cibo causata dall'aumento demografico della popolazione mondiale, i sistemi di produzione di alimenti su scala industriale, tra cui le grandi aziende agricole, gli allevamenti intensivi di animali da latte e da carne, l'industria della trasformazione alimentare e della distribuzione su larga scala, nel corso degli ultimi decenni hanno incrementato l'attività produttiva. Sebbene questi sistemi garantiscano il soddisfacimento dell'aumentata richiesta di alimenti, essi sono in parte responsabili dell'evoluzione e della diffusione di agenti patogeni (Sobel et al., 2002).

Mentre a livello globale si assiste ad un incremento della popolazione, la stessa tendenza non si registra nei paesi industrializzati, caratterizzati invece da tassi di natalità decrescenti con conseguente aumento dell'età media della popolazione, cambiamenti degli stili di vita e da una più lunga aspettativa di vita (U.S. Census Bureau, 2008). Questi cambiamenti hanno provocato un aumento della fascia di popolazione a rischio di infezioni associate al consumo di alimenti. Negli Stati Uniti, ad esempio, un segmento crescente della popolazione risulta essere immunocompromesso come conseguenza dell'invecchiamento, dell'aumento dell'incidenza di patologie cronico-degenerative e di infezioni causate da virus. Di conseguenza la popolazione risulta maggiormente suscettibile di infezione da parte di patogeni alimentari (U.S. Department of Health and Human Services, 2010).

Tutto lascia prevedere l'insorgenza di nuove sfide nel campo della sicurezza alimentare, della nutrizione e dell'alimentazione e la necessità di migliorare le attuali conoscenze sulla vulnerabilità della popolazione rispetto al rischio di insorgenza di MTA.

2.9 CAMBIAMENTO DELLE ABITUDINI ALIMENTARI

I cambiamenti nelle scelte alimentari hanno reso evidenti nuovi pericoli legati alla sicurezza alimentare. Se in passato il consumo di pesce crudo nel nostro Paese era limitato alla preparazione di piatti tipici (alici marinate, bottarga, ecc..) con l'avvento della cultura e delle tradizioni multi etniche, specialmente di derivazione orientale, si sono aggiunte specialità culinarie (carpacci di pesce spada, tonno, branzino, salmone, sushi e sashimi) che hanno diffuso il consumo di pesce crudo. Consumare pesce crudo o poco cotto implica sicuramente un maggior rischio di contrarre intossicazioni e infezioni causate da batteri, virus e parassiti. Non raramente il pesce crudo può essere infestato da larve di *Anisakis* con possibili effetti sulla salute a carattere acuto e cronico.

Al fine di prevenire tale possibilità il Ministero della Salute, con il decreto 17 luglio 2013, ha reso obbligatoria l'esposizione nei punti vendita di un cartello in posizione ben visibile riportante le seguenti indicazioni: "INFORMAZIONI AL CONSUMATORE PER UN CORRETTO IMPIEGO DI PESCE E CEFALOPODI FRESCHI". In caso di consumo crudo, marinato o non completamente cotto il prodotto deve essere preventivamente congelato per almeno 96 ore a -18°C in congelatore domestico contrassegnato con tre o più stelle.

La preferenza dei consumatori per alimenti crudi o poco trattati può, in alcuni casi, essere fonte di aumento del rischio di tossinfezione. E' il caso della diffusione dell'abitudine al consu-

mo di latte crudo non pastorizzato, attraverso la posizione sul territorio di punti di erogazione. Anche se i prodotti lattiero-caseari costituiscono alimenti importanti per una dieta salutare, se consumati crudi, possono essere fonte di aumentato rischio per la salute a causa della possibile contaminazione con batteri patogeni (Lejeune e Rajala-Schultz, 2009). Questi batteri possono provenire da animali clinicamente sani da cui deriva il latte oppure essere trasferiti all'alimento dall'ambiente, durante la mungitura o la conservazione del latte. La ridotta presenza di agenti patogeni zoonotici nei bovini e il miglioramento igienico delle pratiche di mungitura hanno contribuito notevolmente alla riduzione del rischio di contaminazione del latte ma non alla sua eliminazione. La pastorizzazione è ancora il metodo più efficace per migliorare la sicurezza microbiologica del latte. Di conseguenza il consumo di latte crudo contribuisce ad aumentare il rischio di tossinfezioni alimentari specie nelle fasce della popolazione maggiormente suscettibili (Lejeune e Rajala-Schultz, 2009). Recentemente è stato sviluppato un modello quantitativo volto alla descrizione del rischio di Campylobacteriosi e di Sindrome Uremico-Emolitica (HUS) associata al consumo di latte crudo acquistato presso i distributori automatici localizzati nel Nord Italia, tenendo conto della suscettibilità della popolazione e delle pratiche di trasformazione e manipolazione associate sia alla fase pre-vendita che a quella post-vendita (fase del consumatore). I risultati del modello descrivono la possibilità di sviluppo di un numero di casi compreso tra 0,02 e 0,09 tra i bambini di età compresa tra 0 e 5 anni e tra 0,1 e 0,5 nei bambini di età maggiore di 5 anni (Giacometti et al., 2013).

In ogni caso, a tutela della salute del consumatore con Legge 8 novembre 2012, n. 189 si è stabilito che l'operatore del settore alimentare che immette sul mercato latte crudo o crema cruda destinati all'alimentazione umana diretta deve riportare sulla confezione del prodotto o in etichetta la dicitura: «prodotto da consumarsi previa bollitura».

Gli alimenti di origine vegetale sono passibili di contaminazione durante tutte le fasi della produzione (germinazione, maturazione, raccolta e distribuzione) attraverso il contatto diretto o indiretto, tramite le acque di irrigazione o di lavaggio, con feci animali e umane. La contaminazione superficiale dei vegetali si può estendere ai tessuti interni durante le fasi di mondatura e taglio e moltiplicarsi nel caso in cui l'alimento sia posto a temperatura non corretta (Lynch et al., 2009). I patogeni più comuni ritenuti responsabili di focolai associati al consumo di verdura cruda sono *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., e *Listeria monocytogenes* (Mercanoglu e Halkman, 2011).

Ne consegue che la sollecitazione, nutrizionalmente valida, ad aumentare il consumo di frutta e verdura ("five a day") va accompagnata dalla raccomandazione di acquistare alimenti di provenienza sicura, di lavarli accuratamente prima del consumo (anche nel caso di prodotti di quarta gamma) suggerendo, ove necessario, di provvedere alla cottura. E' il caso dei frutti di bosco surgelati a rischio di epatite A per cui il Ministero della Salute ha previsto una specifica raccomandazione (Ministero della Salute, 2013) di consumare i frutti di bosco congelati/surgelati solo cotti, facendoli bollire (100°) per almeno 2 minuti.

L'abitudine a consumare sempre più frequentemente pasti fuori casa (per il 26% della popolazione italiana il pasto principale è consumato fuori casa (Istat, 2013)) sembrerebbe esporre ad un maggior rischio di MTA. E' certo che un focolaio di MTA che interessa una ristorazione pubblica o collettiva può coinvolgere un numero di persone anche molto elevato.

In realtà questa stima è viziata dal fatto che i focolai che si verificano in ambienti non dome-

stici sono più facilmente riconoscibili e quindi descritti dalle fonti ufficiali.

Dal rapporto 2012 EFSA/ECDC sull'andamento delle zoonosi, degli agenti zoonotici e dei focolai infettivi emerge che più di un terzo dei casi di MTA verificatisi in Europa nel 2011 è stato provocato da alimenti consumati in ambiente domestico. Il rapporto cita l'assunzione di alimenti crudi contaminati, il contatto tra alimenti cotti e alimenti crudi, la scarsa igiene personale e delle superfici di lavoro, tra i determinanti negativi. Da ciò si deduce che le misure di sicurezza alimentare che possono essere osservate dai consumatori possono giocare un ruolo decisivo nella prevenzione delle MTA giacché la cosiddetta "fase del consumatore" rappresenta l'ultimo livello della filiera alimentare che va "dal campo alla tavola" nonché l'unico non contemplato nelle attività di controllo ufficiale effettuate dalle autorità competenti che assicurano la sicurezza e la qualità degli alimenti. La prevenzione delle MTA a livello domestico si basa sulla combinazione di acquisto da fornitori sicuri, trasporto mediante borse termiche di alimenti deperibili, di buone pratiche igieniche nella manipolazione, preparazione, cottura e conservazione degli alimenti che possono essere osservate solamente da consumatori consapevoli della natura dei rischi associati al consumo degli alimenti. La non conoscenza dei pericoli associati al consumo degli alimenti, unita alla mancata abitudine di consultare le indicazioni riportate in etichetta, può contribuire notevolmente all'aumento del rischio di MTA. Questo è stato dimostrato in particolare nel caso di alimenti pronti al consumo e da consumarsi previa cottura. Questi alimenti, infatti, sono sottoposti a nuovi trattamenti tecnologici che possono favorire la creazione di nuove nicchie ecologiche in cui patogeni emergenti sono facilitati nella proliferazione. Esempi classici sono la creazione di nicchie per *Yersinia* e *Listeria*, a causa di trattamenti termici che riducono la carica di batteri alterativi. In assenza di questi ultimi la ricontaminazione dell'alimento trattato da parte di patogeni è facilitata in assenza di segnali di normale deterioramento percepibili dall'eventuale consumatore (Havelaar et al., 2010).

L'aumentato utilizzo della refrigerazione per prolungare la vita media degli alimenti ha contribuito ulteriormente all'emergenza di *Listeria monocitogenes*, questo batterio, infatti, si adatta a vivere a temperature di congelamento (Gandhi e Chikindas, 2007).

I cambiamenti nelle preferenze alimentari unitamente all'implementazione delle biotecnologie alimentari si sono rese responsabili di casi di patogenicità associata all'assunzione di microrganismi commensali. E' il caso del lievito *Saccharomyces cerevisiae*, che può essere definito un patogeno emergente opportunisto. Questo microrganismo fa parte della flora microbica commensale e per questo motivo è utilizzato per la produzione di prodotti da forno e bevande alcoliche. Negli ultimi decenni, tuttavia, evidenze scientifiche hanno dimostrato il coinvolgimento del sottotipo *boulardii* in una serie di infezioni umane tra cui fungemie, endocarditi, peritoniti e vaginiti (Posteraro et al., 2005).

2.10 ADATTAMENTO MICROBICO

L'abilità dei microrganismi ad adattarsi a differenti condizioni ambientali e a sopravvivere anche in ambienti poco favorevoli è attribuibile alla elevata variabilità genetica degli stessi. L'elevato tasso di mutagenesi e la selezione naturale, rappresentano meccanismi chiave nell'emergenza di nuovi patogeni con conseguente potenziale impatto sulla salute pubblica, soprattutto

se i nuovi ceppi manifestano maggiore virulenza o/e antibiotico resistenza (EFSA, 2008). L'uso a scopo terapeutico di antimicrobici, sia in ambito umano che veterinario, ha creato nel tempo una pressione selettiva che ha favorito la sopravvivenza e l'adattamento di ceppi batterici resistenti (Shryock e Richwine, 2010). Negli anni novanta l'emergenza del ceppo di *Salmonella* *tiphimurium* (DT104) nel Regno Unito ha portato a un cambiamento dell'epidemiologia di questo patogeno (Hollinger et al., 1998). A partire dal 1995, infatti, questo ceppo è stato la seconda maggiore causa di Salmonellosi in Inghilterra e Galles con 3800 casi di isolamento di cui il 90% resistenti ad ampicillina, cloramfenicolo, streptomina, sulfonamide e tetraciclina, provocando un aumento dell'ospedalizzazione e della mortalità se confrontata con l'esito di infezioni causate da altri sierotipi di *Salmonella*. Un altro esempio di patogeno resistente è *Campylobacter jejuni* resistente ai fluorochinoloni, la cui diffusione è aumentata in Europa a partire dal 1990 (Smith e Fratamico, 2010) con un conseguente aumento di infezioni umane.

2.11 KEY POINTS

- Le MTA sono annoverate tra i problemi di salute pubblica con maggiore impatto socio-economico, inferiori solamente alle patologie cronico-degenerative (malattie cardiovascolari, tumori, ecc.). Esse sono associate ad alta morbilità, gravi costi umani ed elevati costi socio-sanitari.
- *T. gondii* e *Campylobacter* spp. sono i patogeni a maggior impatto socio-economico. Il peso di *Salmonella* spp appare simile a quello delle malattie derivanti da *Campylobacter* spp., ma a livello di popolazione esso risulta notevolmente inferiore. Questo è dovuto con elevata probabilità alla comprovata efficacia degli interventi che sono stati condotti al livello dei serbatoi animali. *L. monocytogenes*, epatite A e virus E, e *E. coli* STEC O157 mostrano un elevato impatto per singolo individuo ma basso per la popolazione, questo significa che per questi patogeni non sono indicati interventi su larga scala.
- Tra gli agenti causali, la *Salmonella* rimane ancora quello maggiormente responsabile di focolai di MTA e dei casi associati. La contaminazione da *Salmonella* è comune in molti tipi di alimenti, sia di origine animale, soprattutto pollame sia di origine non animale: frutta fresca e secca, erbe e spezie, con significativo aumento di segnalazioni per erbe e spezie.
- Nella maggior parte dei casi gli episodi di MTA si verificano presso l'abitazione privata (52%) o nella ristorazione pubblica (33%) infine le sedi di ristorazione collettiva 3,8% (cucina centralizzata, case protette/centri diurni, ospedali, mense).
- I fattori di rischio che risultano essere più frequenti sono lo scorretto mantenimento della temperatura di conservazione dell'alimento (33,3%), il consumo di cibo crudo o cibo ottenuto da fonti incerte (19,4%) e la cottura inadeguata (13,9%).
- I principali fattori di diffusione di microrganismi patogeni includono mutamenti demografici della popolazione, cambiamenti delle abitudini alimentari, comportamento del consumatore ed elevata mutabilità genetica intrinseca dei microrganismi.

TABELLA 1. Tempi di incubazione, sintomi, agente responsabile e matrice alimentare delle principali Malattie Trasmesse da Alimenti di origine batterica (Fonte Servizio Igiene Alimenti e Nutrizione ASL Pavia)

Tempo d'incubazione	Sintomi	Germe	Matrice Alimentare
1 – 6 ore	Attacco acuto di vomito	Bacillus cereus (Tossina Emetica)	Riso bollito – Alimenti ricchi d'amido non raffreddati dopo cottura
1 – 6 ore	Nausea – Vomito – Crampi addominali – Ipotermia	Staphylococcus aureus	Prodotti di gastronomia – Dolci – Piatti cotti pronti manipolati e conservati non refrigerati
6 – 12 ore	Diarrea – Febbre – Dolori addominali	Listeria monocytogenes (infezione diarroica)	Formaggi – Verdure – Carni
6 – 24 ore	Diarrea – dolori addominali – talvolta vomito e febbre	Bacillus cereus (Tossina diarroica)	Alimenti ricchi d'amido – cereali – verdure – pasticceria – salse – zuppe – spezie – carni cotte non refrigerate e poi riscaldate
6 – 24 ore	Diarrea – A volte febbre – Dolori addominali – Raramente vomito	Vibrio parahaemolyticus	Prodotti ittici consumati crudi o alimenti manipolati dopo cottura
6 – 48 ore	Diarrea – Dolori addominali – Talvolta vomito	E.coli ETEC enteroemorragica EPEC enteropatogenica EIEC enteroinvasiva	Carni crude o poco cotte – Verdure crude – Latte crudo o inadeguatamente pastorizzato – Acqua contaminata
6 – 48 ore	Diarrea – Febbre – Dolori addominali – Talvolta vomito	Salmonella non tifoide	Molluschi – Prodotti carnei – Uova – Latticini – Vegetali – Insalate, ecc.
12 – 24 ore	Diarrea – Dolori addominali (crampi)	Clostridium perfringens	Carni (roastbeef, arrostiti, arrostiti di tacchino) – Verdure – Spezie – Salse – Preparazioni gastronomiche – Cibi cotti e poi conservati al di sopra dei 4°C
12 – 48 ore	Vertigini – Mal di testa – Diplopia – Secchezza delle fauci	Clostridium botulinum	Conserve a basso grado d'acidità, sott'olio o sotto vuoto o inadeguatamente sterilizzate
12 – 72 ore	Diarrea – Gastroenterite	Aeromonas spp	Acqua – Vegetali conservati a lungo in frigorifero – Insalate IV gamma pronte all'uso – Carni – Pesce – Gelati – Molluschi – Torta di crema
1 – 3 giorni	Diarrea – Feci con sangue – Febbre – Vomito – Dolori addominali	Shigella spp	Insalate – Verdure – Carni – Pesce – Molluschi – Crostacei – Tutti gli alimenti crudi o poco cotti non refrigerati e manipolati
1 – 4 giorni	Diarrea acquosa – Vomito – Disidratazione	Vibrio cholerae	Alimenti contaminati da acqua infetta – Prodotti ittici crudi
2 – 4 giorni	Dolori addominali – Febbre – Cefalee – Diarrea – Vomito	Yersinia enterocolitica	Carni crude o poco cotte – Latte – Prodotti lattiero caseari – uova – vegetali – prodotti ittici
2 – 5 giorni	Febbre – Diarrea persistente	Campylobacter jejuni	Pollame poco cotto – Carni in genere poco crude o poco cotte – Latte non pastorizzato – Ostriche
1 – 10 giorni (in media 3–5 giorni)	Febbre – Diarrea persistente – Feci maleodoranti con sangue	E.coli O157:H7	Carni crude o poco cotte – Latte non pastorizzato – Verdure crude contaminate
3 – 60 giorni (in media 7 – 14 giorni)	Febbre – Anoressia – Malessere – Mialgia – Diarrea persistente	Salmonella Typhi	Molluschi – Prodotti carnei – Uova – Latticini – Vegetali – Insalate, ecc.
2 – 6 settimane	Meningite – Febbre o – Seps neonatale	Listeria monocytogenes (malattia invasiva)	Formaggi – Verdure – Carni

TABELLA 2. Definizione di focolaio epidemico

MTA	Evidenza epidemiologica descrittiva	Isolamento del patogeno nei casi	Isolamento del patogeno nell'alimento	Isolamento dello stesso patogeno nei casi e nell'alimento	Evidenza epidemiologica e analitica
No MTA	-	-	-	-	-
No MTA	-	+	-	-	-
MTA possibile (agente sconosciuto)	+	-	-	-	-
MTA possibile	+	+	-	-	-
MTA confermata	+	-	+	-	-
MTA confermata	+	+	+	-	-
MTA confermata (agente sconosciuto)	+	-	-	-	+
MTA confermata	+	+	+	-	+
MTA confermata	+	+	-	-	+
MTA confermata	+	+	+	+	-/+

TABELLA 3. Notifica dei patogeni potenzialmente veicolati da alimenti

AGENTE	ANNO 2010				ANNO 2009				ANNO 2008			
	ITALIA		EUROPA		ITALIA		EUROPA		ITALIA		EUROPA	
	n° di casi	Tasso di notifica	n° di casi confermati	Tasso di notifica	n° di casi	Tasso di notifica	n° di casi confermati	Tasso di notifica	n° di casi	Tasso di notifica	n° di casi confermati	Tasso di notifica
Botulismo	26	0,04	103	0,02	32	0,05	132	0,03	23	0,04	112	0,02
Brucellosi	10	0,02	356	0,07	23	0,04	404	0,08	163	0,27	735	0,15
Campylobacteriosi	457	0,76	215.058	56,95	531	0,88	198.682	52,94	265	0,44	190.579	54,36
Colera	-		21	0,00	-		19	0,00	-		26	0,01
Cryptosporidiosi	-		6.605	2,29	-		5.016	2,74	-		7.028	2,44
E.coli VTEC	33	0,06	3.656	0,96	51	0,09	3.583	0,94	26	0,04	3.164	0,88
Giardiasi	-		16.844	5,69	-		16.564	5,50	-		18.574	6,68
Epatite A	580	0,96	13.277	2,65	1.500	2,50	17.330	3,47	1.350	2,26	16.741	3,36
Listeriosi	95	0,16	1.601	0,33	88	0,15	1.654	0,35	118	0,20	1.425	0,30
Salmonellosi	2.730	4,52	99.015	21,24	4.156	6,92	108.623	23,58	6.662	11,17	135.063	29,73
Shigellosi	-		7.178	1,63	-		7.076	1,61	-		7.441	1,86
Trichinellosi	-		223	0,05	1	0,00	750	0,15	-		670	0,14
Febbre tifoide e paratifoide	127	0,21	1.417	0,31	116	0,19	1.335	0,30	12	0,20	1.431	0,32
Yersiniosi	15	0,03	6.780	1,77	11	0,02	7.578	2,02	-		8.356	2,69

TABELLA 4. Episodi malattie trasmesse da alimenti - Toscana 2002 – 2011

	accertati	% accertati	possibili	% possibili	totali
2002	7	15,6	38	84,4	45
2003	11	28,9	27	71,1	38
2004	9	22,0	32	78,0	41
2005	4	16,0	21	84,0	25
2006	5	15,2	28	84,8	33
2007	8	32,0	17	68,0	25
2008	4	13,8	25	86,2	29
2009	8	33,3	16	66,7	24
2010	7	19,4	29	80,6	36
2011	8	18,6	35	81,4	43
Totale	71	20,9	268	79,1	339

TABELLA 5. Numero di focolai suddiviso per luogo di preparazione e consumo dell'alimento – Anni 2002-2011 (n=339)

LUOGO DI PREPARAZIONE DELL'ALIMENTO	N°	%	LUOGO DI CONSUMO DELL'ALIMENTO	N°	%
casa privata	139	41,0	casa privata	157	46,3
ristorante/pizzeria	122	36,0	ristorante/pizzeria	124	36,6
prodotto commerciale consumato senza ulteriore preparazione	16	4,7	mensa scolastica	11	3,2
NON DETERMINATO	13	3,8	fiere, feste temporanee	9	2,7
fiere, feste temporanee	9	2,7	pasto all'aperto	7	2,1
catering/banqueting	8	2,4	NON DETERMINATO	6	1,8
mensa scolastica	8	2,4	bar	5	1,5
bar	6	1,8	posto di lavoro	4	1,2
gastronomia	3	0,9	circolo ricreativo	3	0,9
pasticceria	3	0,9	mensa di RSA	3	0,9
gelateria	2	0,6	gelateria	2	0,6
mensa di RSA	2	0,6	mensa aziendale	2	0,6
prodotto consumato senza ulteriore preparazione	2	0,6	altra mensa	1	0,3
altra mensa	1	0,3	altro luogo	1	0,3
centro di preparazione mobile	1	0,3	campi giovanili e non	1	0,3
macelleria/norcineria	1	0,3	catering/banqueting	1	0,3
mensa aziendale	1	0,3	luoghi vari	1	0,3
mensa carceraria	1	0,3	mensa carceraria	1	0,3
negozio di alimentari/drogheria	1	0,3			

TABELLA 6. Fattori e comportamenti che possono aver provocato/favorito il focolaio suddiviso in episodi a preparazione domestica e non domestica dell'alimento (valori %) – Anni 2002-2011 (n=339)

Fattori e comportamenti scorretti che possono aver provocato/favorito il focolaio	Focolai con preparazione non domestica dell'alimento	Focolai con preparazione domestica dell'alimento
non determinato	51,5	29,5
mantenimento del freddo inadeguato	17,2	10,8
modalità di raffreddamento inadeguate	11,2	6,5
errata manipolazione da parte degli operatori	10,1	7,9
inadeguata pulizia e sanificazione degli utensili	9,5	7,2
manipolazione da parte di operatori portatori di patogeni	8,9	0,7
ingredienti/alimenti crudi contaminati da patogeni di origine animale	8,3	39,6
alimenti rimasti a temperatura ambiente per diverse ore	7,7	7,9
conservazione dell'alimento in ambiente contaminato	6,5	4,3
preparazione degli alimenti 12 o più ore prima della somministrazione	5,9	8,6
tempo e/o temperatura insufficienti durante i processi iniziali di cottura/riscaldamento	4,7	7,9
tempo e temperature inadeguate nella fase di riscaldamento	4,1	0,0
ingestione di prodotti crudi contaminati	1,8	4,3
contaminazione crociata da ingredienti crudi di origine animale	1,2	2,2
scongelo inadeguato dei prodotti congelati	1,2	0,7
cibo provenienti da siti contaminati	0,6	2,9
utilizzo di materia prima tossica per la preparazione di alimenti	0,6	0,0
mantenimento al freddo per molti giorni	0,0	0,7

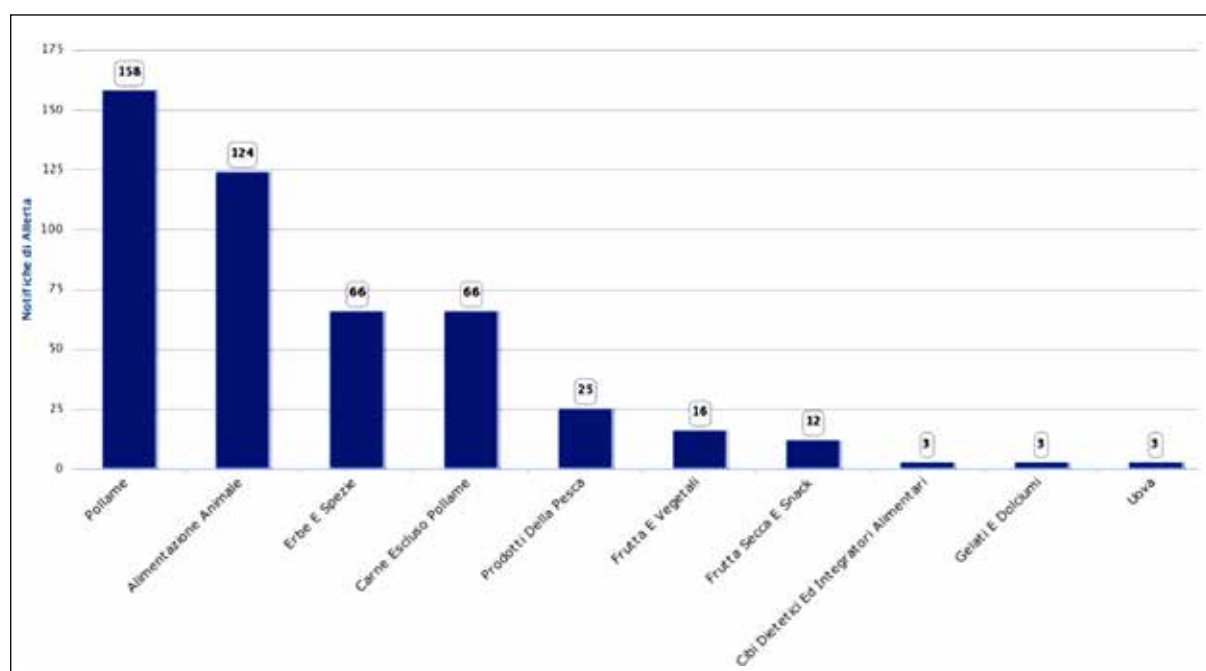
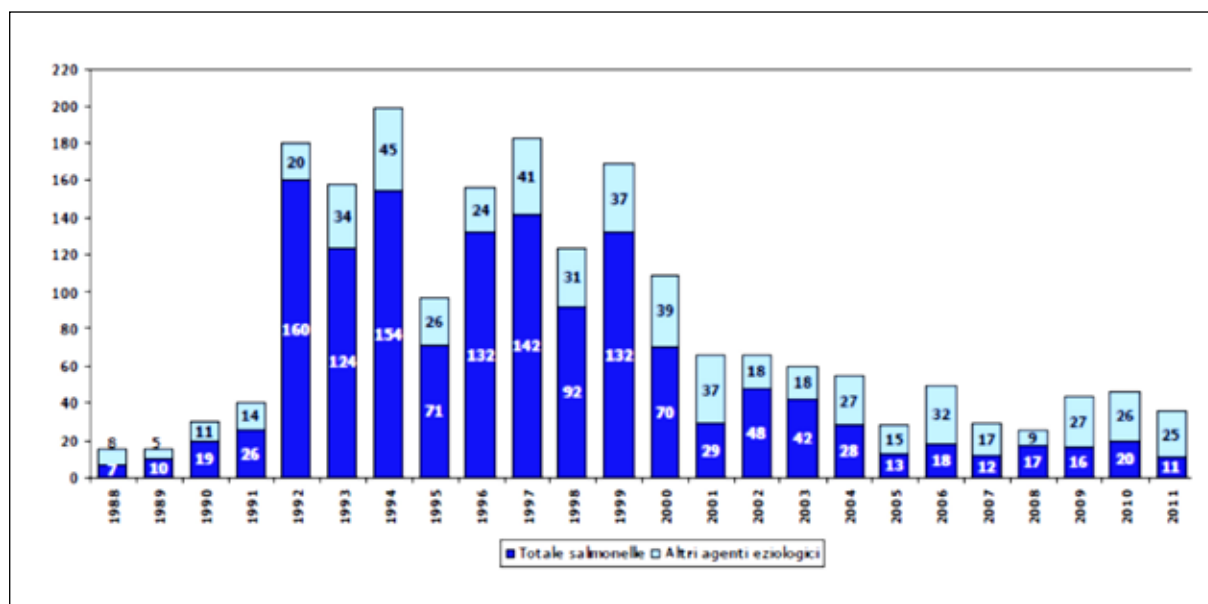
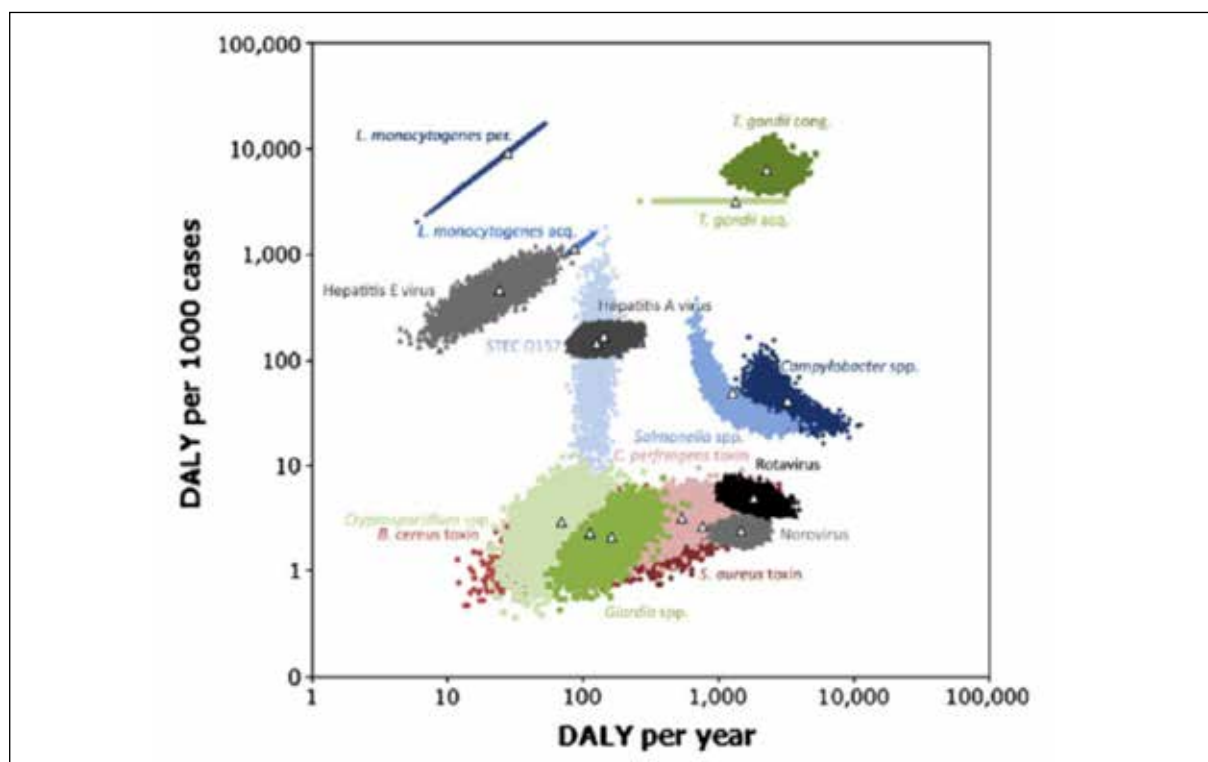
FIGURA 1. Segnalazioni salmonella RASFF 2013 (fonte Rapporto Ministero della Salute)

FIGURA 2. Episodi di MTA per anno. Emilia-Romagna 1988-2011. Valori assoluti**FIGURA 3.** Patogeni a trasmissione alimentare e relativo impatto in termini di DALY sulla popolazione e sul singolo individuo riferito all'Olanda nell'anno 2009. I dati si riferiscono a tutte le vie di trasmissione.

3. RISCHI LEGATI ALLA MANIPOLAZIONE E CONSERVAZIONE DEGLI ALIMENTI

PREMESSA

La sicurezza degli alimenti è una responsabilità condivisa; la qualità e l'igiene dei prodotti alimentari non riguardano, infatti, esclusivamente l'industria alimentare, ma dipendono dallo sforzo congiunto di tutti gli attori della complessa catena di produzione, lavorazione, trasporto e vendita al dettaglio degli alimenti, e nondimeno dagli stessi consumatori. E', infatti, di fondamentale importanza che anche i consumatori facciano la loro parte per avere la garanzia di consumare alimenti sicuri, in modo particolare facendo attenzione all'igiene alimentare, alla preparazione e alla conservazione corretta dei prodotti.

3.1 LE TECNOLOGIE DI CONSERVAZIONE DEGLI ALIMENTI

Le tecnologie di conservazione degli alimenti hanno l'obiettivo principale di preservare le caratteristiche igieniche, nutrizionali e organolettiche degli stessi rendendo possibile il loro stoccaggio durante tutte le fasi della filiera alimentare, dalla produzione al consumo.

Ogni tecnica di conservazione ha la capacità di conferire all'alimento una maggiore vita commerciale in relazione alle sue caratteristiche in termini di meccanismo d'azione, intensità ed efficacia.

Nonostante non esista una definizione pienamente condivisa di vita commerciale, è possibile definirla come il periodo di tempo in cui l'alimento risulta accettabile da un punto di vista sanitario, sensoriale e nutrizionale (Kaale et al., 2011). Sulla base di questo si possono identificare due tipologie di vita commerciale in dipendenza dell'impatto che il superamento di questo limite può avere sulla salubrità dell'alimento. Se il termine della vita commerciale implica la possibilità che avvenga una proliferazione microbica potenzialmente pericolosa per il consumatore, si parla di data di scadenza, se invece il termine prestabilito implica solo un peggioramento delle caratteristiche organolettiche si parla di Termine Minimo di Conservazione (TMC).

Recentemente, inoltre, la domanda del consumatore si è rivolta verso alimenti che presentino caratteristiche di genuinità e freschezza assimilabili al prodotto fresco, cioè sono preferite tecniche di conservazione con un impatto ridotto sulle proprietà organolettiche dell'alimento,

rispetto ad altre con maggiore impatto come la liofilizzazione e la sterilizzazione. L'utilizzo combinato di tecnologie di preservazione a basso impatto sull'alimento (*hurdle technologies*) si è quindi diffuso molto. La loro efficacia consiste nel combinare più fattori al fine di ottenere un alimento sicuro incidendo poco sulle caratteristiche organolettiche e nutrizionali. Gli ostacoli più utilizzati nella conservazione degli alimenti sono l'attività dell'acqua, l'acidità, il potenziale di ossido-riduzione, i conservanti (nitriti, sorbati, solfiti), e la flora batterica competitiva (batteri lattici). Tuttavia esistono numerose altre possibilità che combinate tra loro possono garantire la sicurezza degli alimenti (Leistner, 2000; Pasha et al., 2014). L'applicazione combinata di diverse tecniche è una realtà storica, i salami fermentati, ad esempio, se prodotti con pratiche idonee, devono la loro salubrità ad un insieme di fattori: condizioni di anaerobiosi, presenza di una flora microbica competitiva, ridotta attività dell'acqua, ridotto pH e presenza di nitriti.

In altri casi l'aggiunta di ostacoli atti a prevenire la contaminazione microbica è resa necessaria da possibili condizioni di abuso; per gli alimenti refrigerati, ad esempio, la refrigerazione può essere l'unico ostacolo alla proliferazione microbica oppure si possono applicare tecniche additive in grado di salvaguardarli in caso di abuso termico (Leistner, 2000).

Ad esempio per contrastare il *C. botulinum* è necessario applicare due o più delle seguenti tecniche in modo da ostacolarne la proliferazione/germinazione:

- riduzione dell'attività dell'acqua a valori $< 0,93$.
- riduzione del pH a valori $< 4,6$
- aggiunta di Sali o Nitriti
- confezionamento in atmosfera modificata
- presenza di una flora microbica competitiva
- congelamento
- refrigerazione
- tempi di conservazione/stoccaggio brevi.

Se su un alimento sono applicate due o più tecniche di conservazione (es.: sottovuoto e refrigerazione) vanno considerate entrambe come necessarie al mantenimento delle caratteristiche igienico sanitarie e/o organolettiche dell'alimento.

Le diverse tecniche di conservazione possono anche essere utilizzate singolarmente, se la loro azione è sufficiente a dare garanzie igienico-sanitarie sull'alimento (Tabella 1).

3.1.1 Protezione degli alimenti attraverso sostanze chimiche

Sostanze ad azione antimicrobica

Esistono numerosissime sostanze chimiche in grado di esercitare un effetto antimicrobico, molte sono sfruttate come agenti terapeutiche in animali e uomo, altre sono aggiunte agli alimenti al fine di tenere sotto controllo la carica microbica. Queste sostanze vengono definite come «conservanti» e, ai sensi dell'Allegato 1 del Reg. 1333/2008 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2008) sono sostanze che prolungano la durata di conservazione degli alimenti proteggendoli dal deterioramento provocato da microorganismi e/o dalla proliferazione di microorganismi patogeni.

L'utilizzo di queste sostanze è proprio della fase di formulazione dell'alimento durante la

quale particolare attenzione deve essere rivolta all'utilizzo di corrette dosi della sostanza prescelta per essere certi di aver raggiunto la concentrazione efficace all'esercizio dell'attività antibatterica e per evitare di eccedere nel quantitativo, causando potenziali ripercussioni nel consumatore.

Alle dosi approvate dalla legislazione vigente gli additivi utilizzati possono essere considerati sicuri e utili al conseguimento della sicurezza del prodotto in commercio.

Numerosi agenti antimicrobici sono storicamente aggiunti agli alimenti tal quali o sotto forma di sali come ad esempio nitriti e nitrati. Una lista più dettagliata è presente in tabella 2.

La scelta della tipologia di additivo da utilizzare si basa sui seguenti aspetti:

- legislazione vigente
- considerazioni legate alle proprietà chimico-fisiche dell'alimento
- microrganismo che si vuole contrastare
- scelte in termini di vita commerciale e modalità di conservazione dell'alimento.

Particolare interesse rivestono lo studio e l'utilizzo di sostanze antimicrobiche naturalmente prodotte dai batteri e note con il nome di batteriocine o lantibiotici. I lantibiotici sono sostanze antimicrobiche prodotti da batteri Gram positivi e aventi come bersaglio altri batteri come ad esempio *Listeria monocytogenes* e *Clostridium botulinum*. Attualmente l'interesse è rivolto verso la nisina approvata come additivo nell'Unione Europea (E 234). L'azione antimicrobica consiste nell'interferenza durante la sintesi della parete batterica (Ross et al., 2011). Oltre alle citate capacità antimicrobiche la nisina ha alcuni vantaggi: è atossica, è termostabile, è distrutta dagli enzimi digestivi e non altera l'alimento (Jay et al., 2005a). Nonostante queste proprietà promettenti esistono alcune problematiche legate all'utilizzo poiché il processo di purificazione è molto complesso e l'efficacia può essere ridotta da legami con i componenti dell'alimento su cui viene utilizzata (Wang e Wang, 2014).

Sostanze agenti tramite modifiche del pH

L'utilizzo di sostanze in grado di modificare il pH dell'alimento, sono usate da molto tempo. Il loro utilizzo si basa sull'osservazione che molti microrganismi crescono meglio a pH attorno al 7,0 (6,6-7,5). L'efficacia non è assoluta in quanto lieviti e muffe possono resistere anche a pH estremi e tra i batteri esistono notevoli differenze relativamente alla loro resistenza a pH sfavorevoli. Tuttavia alimenti come aceto, vino e soft drink hanno notevole stabilità grazie al loro pH ridotto e il deperimento della frutta riconosce in lieviti e muffe gli attori principali (Jay et al., 2005b).

L'acidità degli alimenti può essere una loro caratteristica intrinseca (frutta), essere dovuta a fenomeni di "maturazione" mediati da enzimi endogeni (frollatura della carne), essere ottenuta attraverso l'azione di microrganismi fermentanti che producono composti acidi come risultato del loro metabolismo nel substrato alimentare (yogurt, salami ecc) oppure essere ottenuta attraverso l'aggiunta di sostanze acide (a. lattico, a. acetico).

Il pH sfavorevole colpisce una cellula microbica in fase di respirazione attraverso due sistemi principali: altera il funzionamento degli enzimi e il trasporto di molecole all'interno della cellula. La resistenza di una cellula a condizioni di pH sfavorevoli dipende essenzialmente dalla sua capacità di proteggersi dall'ingresso di ioni e dalla capacità delle sue pompe transmembrana di espellerli.

L'acidificazione di un alimento può essere ottenuta durante la fase di produzione o formulazione del prodotto oppure può essere sfruttata durante la preparazione culinaria dell'alimento con tecniche come la marinatura, che prevedono il trattamento dell'alimento con sostanze acide come il limone o l'aceto per tempi variabili in dipendenze delle caratteristiche dello stesso.

Sostanze in grado di ridurre l'attività dell'acqua (a_w)

Sale e zucchero sono due composti storicamente utilizzati per la conservazione degli alimenti. Sono inseriti in questa sezione perché il loro meccanismo d'azione consiste nella disidratazione dell'alimento, quindi nella riduzione dell' a_w presente. La disidratazione avviene per azione osmotica. In generale più alta è la concentrazione, maggiore l'effetto e quindi la conservazione. A differenza del sale tuttavia, lo zucchero ha un effetto minore a parità di quantità.

A differenza di altre tecniche l'utilizzo di sale e zucchero è efficace indipendentemente dal pH dell'alimento. I microrganismi rispondono alla presenza di questi composti con una notevole perdita di liquidi intracellulare il che può risultare nella morte o nella mancata proliferazione del microrganismo. Muffe e lieviti sono più resistenti dei batteri.

3.1.2 Preservazione degli alimenti attraverso il packaging

Il packaging, o confezionamento, rappresenta il sistema con cui gli alimenti vengono isolati dall'ambiente esterno e protetti dal deterioramento dovuto a microrganismi, umidità, gas, polveri, odori e forze meccaniche (Cooksey, 2009).

Esso rientra nella più grande famiglia composta da materiali e oggetti destinati a venire in contatto con prodotti alimentari (MOCA) che comprende ad esempio utensili da cucina e stoviglie.

Una distinzione importante, definita a livello normativo (Parlamento Europeo e Consiglio, 2004a) e in grado di indirizzare su più livelli lo sviluppo di questo tipo di materiali è quella tra packaging classico, attivo e intelligente. Tutte e tre le tipologie possono essere sfruttate per aumentare la vita commerciale dei prodotti alimentari.

Il packaging classico generalmente agisce come "barriera funzionale" tra alimento e ambiente esterno grazie alle caratteristiche del materiale che lo compone e non deve né costituire un pericolo per il consumatore né alterare il prodotto in esso contenuto. Questa "barriera" può inoltre essere sfruttata per mantenere a contatto con l'alimento una composizione gassosa diversa da quella atmosferica.

Per «materiali e oggetti attivi» si intendono materiali e oggetti destinati a prolungare la conservabilità o mantenere o migliorare le condizioni dei prodotti alimentari imballati. Essi sono concepiti in modo da incorporare deliberatamente componenti che rilasciano sostanze nel prodotto alimentare imballato o nel suo ambiente (ad esempio sostanze con caratteristiche antimicrobiche), o le assorbono dagli stessi (ad esempio l'umidità). Le sostanze addizionate al packaging e destinate ad essere rilasciate nei prodotti alimentari devono essere autorizzate come additivi.

Per «materiali e oggetti intelligenti» si intendono materiali e oggetti che controllano le condizioni del prodotto alimentare imballato o del suo ambiente. Esistono ad esempio indicatori

in grado di rilevare aumenti in sostanze volatili, indici di deterioramento, all'interno della confezione e di trasmettere questa informazione al consumatore attraverso modifiche di colore o altre indicazioni.

Packaging antimicrobico

Il packaging antimicrobico è una nuova linea di sviluppo caratterizzata dall'incorporamento di agenti antimicrobici in film polimerici per sopprimere l'attività di determinati microrganismi. Questa tecnologia è estremamente complicata e ancora poco utilizzata a livello industriale (Sung et al., 2013).

Alcuni esempi possono essere costituiti da nano materiali, peptidi bioattivi e olii essenziali.

Per «nanomateriale ingegnerizzato» si intende il materiale prodotto intenzionalmente e caratterizzato da una o più dimensioni dell'ordine di 100 nm o inferiori (Parlamento Europeo e Consiglio, 2011).

Composti metallici di dimensione micro ma soprattutto nanometrica sono al centro dell'attenzione grazie alle loro proprietà fisico-chimiche uniche che consentono l'utilizzo di piccolissime quantità di sostanza con marcati effetti antimicrobici come nel caso delle nanoparticelle di argento. La loro introduzione in materiali a contatto con alimenti è studiata con l'obiettivo di garantire una maggiore igienicità delle superfici di lavorazione e contrastare la formazione di biofilm batterici oppure con l'obiettivo di ridurre il deperimento degli alimenti all'interno di packaging o contenitori. L'efficacia di questi materiali nei confronti di microrganismi patogeni (Jay et al., 2005c) e la loro eventuale migrazione all'interno dei prodotti alimentari (costituiscono importanti tematiche di studio da approfondire).

Altre sostanze potenzialmente addizionabili al packaging sono rappresentate dai peptidi bioattivi come le batteriocine (Perez Espitia et al., 2013) e gli oli essenziali. Questi ultimi, generalmente di derivazione vegetale, sono ricchi in terpenoidi e particelle fenoliche ed hanno un'attività antimicrobica ad ampio spettro. Alcuni esempi sono: il linalolo (derivato da alloro, bergamotto e altre), il timolo (timo), carvacrolo (origano) (Sung et al., 2013).

Atmosfera di confezionamento

Il termine atmosfere modificate si riferisce all'alterazione dell'atmosfera gassosa attorno all'alimento con l'obiettivo di prolungarne la conservabilità. Generalmente la modifica dell'atmosfera consiste nell'aumento della percentuale di anidride carbonica.

L'effetto antimicrobico mediato dalla CO_2 si verifica quando questa raggiunge concentrazioni superiori al 10% e presenta le seguenti caratteristiche:

- aumenta al ridursi della temperatura di conservazione;
- aumenta al decrescere del pH;
- è ottimale quando la concentrazione di CO_2 è a 20-30%;
- è migliore nei confronti dei batteri Gram negativi; questo porta ad un aumento relativo, nel tempo, dei Gram positivi. Tra i batteri più sensibili troviamo le *Pseudomonas* mentre tra i più resistenti si possono annoverare i Clostridi.

Più in dettaglio, l'effetto mediato da questi sistemi di conservazione agisce sul potenziale di ossido riduzione dell'alimento. Questo può essere definito come la facilità con cui un substrato perde o guadagna elettroni. L'ossidazione, ad esempio, può essere mediata dall'aggiunta di O_2

(agente ossidante) mentre altre sostanze, come gli zuccheri, possono mediare azioni riducenti. Le reazioni di ossido-riduzione creano delle differenze di potenziale tra le molecole interessate. Maggiore l'ossidazione di una sostanza e maggiore sarà il suo potenziale elettrico (Eh).

I microrganismi aerobi richiedono valori di Eh positivi (ossidazione) per proliferare (es. alcuni *Bacillus*) mentre gli anaerobi richiedono valori negativi (es. *Clostridium*). I batteri aerobi che crescono meglio in condizioni di leggera riduzione si definiscono microaerofili. Tra le sostanze che mantengono condizioni riducenti negli alimenti troviamo i gruppi -SH nella carne, acido ascorbico e alcuni zuccheri della frutta.

Il potenziale di ossido riduzione di un alimento dipende dalle caratteristiche intrinseche, dalla capacità dell'alimento di resistere alle modifiche di potenziale e dalla tensione di ossigeno a contatto con l'alimento (e quindi dall'atmosfera della confezione). Anche i microrganismi sono in grado di influenzare il potenziale del substrato in cui si trovano in modo analogo a quanto fanno con il pH.

Un noto confezionamento in grado di eliminare l'ossigeno a contatto con l'alimento è rappresentato dal sottovuoto. Questo metodo consiste nell'eliminazione dell'aria da una confezione impermeabile al gas che viene successivamente sigillata. L'effetto consiste in una riduzione della pressione da 1 bar o 0,3-0,4 con un drastico calo dell'ossigeno presente. Questo viene ulteriormente consumato da fenomeni di respirazione cellulare o microbica che rilasciano CO₂. Oltre a ritardare il deperimento mediato da batteri aerobi il sottovuoto riduce anche l'ossidazione dei grassi e modifiche del colore.

Un più recente sviluppo è rappresentato dal packaging in atmosfera modificata. Si tratta di un processo iperbarico che consiste nell'alterare le concentrazioni dei gas che compongono l'atmosfera: CO₂, O₂ e N₂. Si utilizzano prevalentemente due tipologie di miscele:

- MAP ad elevato contenuto di ossigeno: 70% O₂, 20-30% CO₂ e 0-20% N₂. La crescita degli aerobi è rallentata ma non bloccata dalla moderata presenza di CO₂. Questo metodo è utilizzato prevalentemente per la conservazione delle carni rosse in quanto l'elevata presenza di ossigeno contribuisce al mantenimento del colore rosso.
- MAP a ridotto contenuto di ossigeno: O₂ fino a 10%, CO₂ 20-30% e N₂ per completare (Jay et al., 2005c).

Altre possibilità di modifica dell'atmosfera a contatto con l'alimento sono rappresentate dall'immersione del prodotto in liquidi di conserva tra i quali spicca l'olio, in grado di mantenere condizioni di anaerobiosi a contatto con il prodotto stesso.

3.1.3 Protezione degli alimenti attraverso basse temperature

L'uso delle basse temperature per la conservazione degli alimenti sfrutta il rallentamento del metabolismo microbico, generato dalla riduzione dell'attività enzimatica, che si verifica alle basse temperature (0-10°C) e dalla riduzione del valore di a_w che si ottiene quando si scende al di sotto del punto di congelamento.

La proliferazione di alcuni batteri viene bloccata totalmente solo a temperature inferiori agli 0°C mentre una resistenza maggiore si osserva nel caso di lieviti e muffe grazie alla loro capacità di resistere a bassi valori di a_w .

Refrigerazione

La refrigerazione è la conservazione degli alimenti a temperature tra 0 e 7°, idealmente non superiori a 4,4°. I microrganismi presentano differenti abilità di sopravvivenza alle basse temperature. Di particolare rilievo in questo contesto sono i microrganismi psicrotrofi come *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* (B, E, F) e *Yersinia enterocolitica* che producono colonie visibili o torbidità in 7-10 giorni tra gli 0 e i 7°C. Per contrastare la loro presenza è necessario ricorrere all'aggiunta di additivi o all'imposizione di una breve vita commerciale al prodotto (Jay et al., 2005d).

Congelamento e Surgelamento

Il congelamento è il processo attraverso il quale si trasformano l'acqua dallo stato liquido a quello solido, mentre con il termine surgelamento si intende un processo di congelamento rapido in cui -20° sono raggiunti in 30 minuti. Il vantaggio di quest'ultimo consiste nella formazione di cristalli di ghiaccio di dimensione inferiore con conseguente ridotta perdita di liquidi e/o nutrienti dovuta ad alterazioni microstrutturali dell'alimento.

L'effetto che si ottiene consiste nel rallentare l'attività metabolica dei microrganismi e nel ridurre l' a_w dell'alimento. L'acqua ad esempio che ha un a_w di 1.0 a 0°C raggiunge valori di 0,80 a -20°C. Tuttavia ogni alimento si comporta in modo diverso in relazione al suo punto di congelamento dovuto alle sue proprietà chimico-fisiche.

I microrganismi rispondono al congelamento in diversi modi:

- morte rapida variabile da specie a specie
- morte graduale delle cellule sopravvissute durante il congelamento
- declino rapido specie tra -2°C e -20°C

Tra i batteri patogeni alimentari la *Salmonella* è in genere meno resistente di *S. aureus* e delle cellule vegetative del *Clostridium*. Endospore e tossine non sono colpite dalle basse temperature. In ogni caso, anche se la riduzione del numero di cellule è evidente, non si ottiene mai l'eliminazione totale del patogeno e di conseguenza il congelamento non può essere considerato come una tecnica di bonifica dell'alimento per quanto riguarda batteri, virus, lieviti e muffe. Tuttavia, se la temperatura è gestita correttamente, il congelamento è in grado di impedire la proliferazione microbica in modo efficiente, e le eventuali problematiche derivanti dalla conservazione dell'alimento per tempi eccessivamente lunghi a basse temperature riguardano maggiormente le caratteristiche organolettiche dei prodotti che la loro salubrità.

A differenza di quanto affermato per i batteri, il congelamento è in grado di eliminare parassiti potenzialmente presenti nell'alimento come: *Anisakis*, *Toxoplasma*. Nel caso ad esempio dei parassiti del pesce, come ad esempio *Anisakis*, la legislazione prevede un abbattimento termico a -20°C per 24 ore o -35°C per 15 ore se il pesce è destinato ad essere consumato crudo (Parlamento Europeo e Consiglio, 2004b).

Superchilling

Il superchilling è una tecnica di conservazione degli alimenti a bassa temperatura che si colloca ad un livello intermedio tra la refrigerazione e il congelamento. Gli alimenti in questo caso vengono mantenuti ad una temperatura lievemente inferiore al loro punto di congelamento che generalmente è compreso tra -0,5 e -2,8°C. Questa temperatura consente la trasformazione di

parte dell'acqua in cristalli di ghiaccio con un successivo abbassamento della temperatura anche nelle zone più interne del prodotto che raggiunge così un equilibrio. La proliferazione microbica risulta così ridotta e il ghiaccio formato diventa un reservoir in grado di rendere il prodotto meno sensibile agli sbalzi termici in fase di trasporto e manipolazione (Kaale et al., 2011).

3.1.4 Protezione degli alimenti attraverso alte temperature

I trattamenti termici come la cottura rivestono da sempre un ruolo importante nella gestione degli alimenti prima del consumo. Anche in questo caso tuttavia ci sono notevoli differenze tra tipologie di trattamento. La sterilizzazione delle conserve ad esempio è mirata alla riduzione di patogeni sporigeni critici (*Clostridium botulinum* mesofilo) di almeno 12 log mentre un alimento trattato termicamente e refrigerato a breve conservabilità è progettato per ottenere una riduzione di patogeni in forma vegetativa (*Salmonella*, *Listeria*, *E.coli*) di 6 log (Gaze, 2005). Queste differenze fondamentali esitano poi nella conservabilità, infatti una conserva può rimanere microbiologicamente stabile fino a 2 anni a temperatura ambiente mentre un alimento refrigerato deve essere consumato entro dieci giorni dalla produzione e conservato a temperatura di refrigerazione (Gaze, 2005).

Pastorizzazione

La pastorizzazione è una tecnica di trattamento degli alimenti ad alta temperatura con l'obiettivo di ridurre la carica microbica ed eliminare alcuni importanti patogeni. La tipologia di pastorizzazione più comune è quella del latte (HTST= High Temperature Short Time), caratterizzata da un trattamento breve di 15 secondi a temperatura di 72°C. Esistono inoltre tecniche di pastorizzazione a bassa temperatura 63°C per 30 minuti (LTST= Low Temperature Short Time), utilizzata ad esempio negli ovoprodotti per evitare la coagulazione dell'albume. Altre combinazioni di tempi e temperature sono possibili per ottenere lo stesso risultato.

Le pastorizzazioni HTST e LTST sono tecniche equivalenti, sufficienti a distruggere molti batteri resistenti al calore ma asporigeni (*Mycobacterium tuberculosis*, *Coxiella burnetti*), lieviti, muffe, batteri Gram negativi e molti Gram positivi con l'eccezione di alcuni batteri appartenenti ai generi *Streptococcus* e *Lactobacillus* (Jay et al., 2005e).

Sterilizzazione ad alta temperatura

Trattamento ad alta temperatura che elimina la totalità dei microrganismi presenti nell'alimento ad eccezione di alcune spore. Si applica solitamente al prodotto già confezionato per evitare la possibile ricontaminazione dopo il trattamento. La scelta della temperatura si basa sulla natura dell'alimento e sulle caratteristiche dei batteri più resistenti al processo. La temperatura utilizzata più di frequente è 115°C. Nel caso delle conserve, se il pH finale è superiore a 4,6 (quindi in grado di consentire la germinazione di eventuali spore presenti) si considera che un trattamento di 2,52 minuti sia in grado di ridurre *C. botulinum* di 10^{12} . Normalmente si applicano trattamenti di durata superiore (4-8 minuti) se si vuole ridurre drasticamente la probabilità che durante la conservazione alcuni batteri (*C. nigrificans*, *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum*) possano alterare il prodotto in modo indesiderato. In questo caso le

spore di *C. botulinum* sono ridotte a livelli non rilevabili (Jay et al., 2005e).

Sous-vide

Tecnica di preparazione caratterizzata dal confezionamento di alimenti freschi o appena preparati che vengono successivamente pastorizzati in acqua ad una temperatura compresa tra i 65 e i 95°C, raffreddati rapidamente e mantenuti a temperatura di refrigerazione.

Questo tipo di trattamento risulta efficace nell'eliminazione di molte forme vegetative, patogeni alimentari e batteri alteranti ma risulta inefficace nei confronti di batteri sporigeni psicrotrofi come *Bacillus cereus* e *Clostridium botulinum*.

Il lieve trattamento che questi prodotti subiscono li rende totalmente dipendenti dalla temperatura di refrigerazione e quindi suscettibili alle problematiche di gestione della catena del freddo. Per contrastare questi problemi si ricorre all'utilizzo di conservanti chimici o di altri metodi (pressione, atmosfera modificata ecc.) (Rodgers, 2004).

3.1.5 Protezione degli alimenti attraverso disidratazione

L'efficacia dei trattamenti che prevedono una riduzione del contenuto di umidità si basa sul fatto che i microrganismi hanno bisogno di acqua per essere attivi. Il parametro di interesse in questo caso non è la quantità totale d'acqua ma solo la quantità di acqua libera (a_w). Questo parametro esprime la quantità di acqua a disposizione dei microrganismi, ossia non legata chimicamente ad altri costituenti dell'alimento.

Tra i microrganismi potenzialmente patogeni *S. aureus* viene considerato come il più resistente a bassi valori di a_w essendo in grado di crescere fino a 0,86, mentre *C. botulinum* non cresce a valori inferiori 0,94. In generale i batteri sono i microrganismi più sensibili al ridotto contenuto di a_w e conseguentemente non sono implicati nel deperimento degli alimenti secchi. Alcuni microrganismi alteranti, come le muffe, possono crescere fino a valori di 0,60 e in generale lieviti e muffe tollerano condizioni di disidratazione maggiori rispetto ai batteri.

Alcuni autori suggeriscono il raggiungimento di un valore compreso tra 0,65 e 0,75 per consentire la conservazione dell'alimento per diversi anni (Jay et al., 2005f).

Una riduzione dell' a_w si può ottenere attraverso diverse strategie che consistono essenzialmente o nella rimozione di acqua totale (che si riflette in una riduzione dell'acqua libera) o nell'aggiunta di sostanze in grado di legare l'acqua presente, tipicamente sale e zucchero.

Gli alimenti si possono dividere in due categorie sulla base di questo parametro:

- alimenti a bassa umidità: a_w compresa tra 0,00 e 0,60, umidità < 25%.
- alimenti a umidità intermedia: a_w compresa tra 0,60 e 0,85, umidità compresa tra 15% e 50%.

La distinzione tra queste due categorie risulta particolarmente interessante in quanto nel primo caso fenomeni di deperimento dovuti a microrganismi risultano altamente improbabili, nel secondo caso, invece, questi fenomeni sono possibili (Jay et al., 2005f).

Sulla base di questi parametri esistono due principali categorie di alimenti: alimenti a bassa umidità e alimenti a umidità intermedia.

I primi vengono ottenuti da tecniche quali disidratazione, essiccazione e liofilizzazione.

La disidratazione consiste nella riduzione dell'acqua presente in un alimento. Comunemente si considera essiccazione la tecnica che sfrutta agenti naturali (sole, vento) e disidratazione quando il processo viene indotto attraverso l'utilizzo di strumentazioni specifiche (spray, tamburi, evaporazione). Nonostante questi trattamenti possano essere letali per alcuni microrganismi la loro efficacia non consiste nell'eliminazione degli stessi ma nel blocco della loro proliferazione.

La liofilizzazione consiste invece nel congelamento rapido dell'alimento, precotto nel caso della carne o sbollentato nel caso dei vegetali, e nella successiva rimozione dell'acqua sotto forma di ghiaccio per sublimazione attraverso l'uso calore e di sistemi con il vuoto. L' a_w raggiunta è compresa tra 0,10 e 0,25.

Gli alimenti a umidità intermedia rappresentano una categoria stabile a temperatura ambiente per periodi variabili. Alcuni rappresentanti di questa categoria sono frutta secca, prodotti da forno, prodotti congelati, cereali, miele, prosciutti, succhi di frutta concentrati, salumi fermentati.

La tecnica di produzione che induce la riduzione del contenuto d'acqua si basa essenzialmente su uno adsorbimento o desorbimento. Nel primo caso gli alimenti sono prima disidratati (spesso liofilizzati) e successivamente reidratati fino al livello desiderato. Nel secondo caso gli alimenti sono immersi in una soluzione di pressione osmotica superiore in modo da raggiungere l' a_w desiderata (formaggi). Nonostante il prodotto finale possa avere le medesime caratteristiche in genere il processo di adsorbimento risulta avere un maggior effetto inibitorio sui microrganismi (Jay et al., 2005f). Altre tecniche utilizzate sono l'estrusione di premiscelate di ingredienti e la disidratazione osmotica.

Il range di a_w caratteristico di questi alimenti non consente la proliferazione di batteri Gram negativi e di Gram positivi con l'eccezione di alcuni cocchi sporigeni e dei lattobacilli.

3.1.6 Altre Tecniche (pressione, ultrasuoni, ecc.)

Le tecnologie di processazione degli alimenti descritte rappresentano sicuramente degli importanti capisaldi per il mantenimento della sicurezza degli alimenti per tutto il periodo di conservabilità. In molti casi è contemplato l'utilizzo di trattamenti termici che consentono di ottenere desiderati livelli di abbattimento della carica microbica. Tuttavia, spesso, la loro applicazione porta alla degradazione indesiderata di alcuni composti dell'alimento. Nel caso dei succhi di frutta, ad esempio, la pastorizzazione è storicamente utilizzata e se da un lato garantisce il raggiungimento della desiderata qualità microbiologica, dall'altra porta alla degradazione di composti fenolici. Per questo motivo la ricerca si concentra su tecnologie non termiche, come ad esempio la filtrazione, l'utilizzo di radiazioni o campi elettrici, in grado di ottenere effetti equivalenti preservando maggiormente le caratteristiche qualitative dell'alimento (Chen et al., 2013).

Pressione

La processazione ad alta pressione è una tecnica di trattamento recente, non termica, che sottopone gli alimenti, liquidi o solidi, a pressioni comprese tra i 50 e i 1000 MPa. Tali pressioni vengono trasmesse isostaticamente e quindi non sono influenzate da forma e dimensione degli alimenti.

Attualmente l'inattivazione delle forme vegetative dei batteri con il conseguente aumento della shelf-life del prodotto costituisce l'applicazione principale di questo trattamento (Knorr et al., 2011).

Tale trattamento consente di ottenere alimenti microbiologicamente stabili, con caratteristiche di freschezza mantenute, senza la necessità di utilizzare conservanti. I batteri patogeni possono subire riduzioni comprese tra gli 0,5 e gli 8,5 gradi logaritmici. Generalmente i batteri Gram positivi sono più resistenti dei Gram negativi, i cocci più dei bacilli e le spore di *Clostridium* spp. più resistenti di quelle di *Bacillus* spp. La resistenza dei virus varia considerevolmente. In combinazione con la temperatura l'utilizzo di pressioni elevate ha dimostrato efficacia anche nei confronti dei prioni (Considine et al., 2008). Particolare attenzione deve essere posta nel trattamento di alimenti a ridotta a_w in quanto essi sembrano resistere meglio all'effetto antimicrobico della pressione (Jay et al., 2005g).

Campi elettrici pulsati

Il trattamento degli alimenti con campi elettrici pulsati è un processo non termico che consiste nell'applicazione di brevi impulsi elettrici ad alta intensità sull'alimento posizionato tra due elettrodi. Questa tecnica agisce attraverso l'alterazione della funzionalità della membrana batterica con la formazione di pori; la sua efficacia dipende dalla forza del campo elettrico, dal tempo di applicazione e dalla temperatura di trattamento (Knorr et al., 2011). In genere è più efficace contro i batteri Gram negativi rispetto a Gram positivi e lieviti e agisce maggiormente nella fase di crescita log (Jay et al., 2005g).

Radiazioni

L'efficacia delle radiazioni per il miglioramento delle caratteristiche microbiologiche degli alimenti è noto da tempo e dipende dalla lunghezza d'onda utilizzata. A lunghezze d'onda minori corrisponde la migliore efficacia nei confronti dei microrganismi. Esempi di radiazioni utilizzabili sono le microonde, i raggi UV, i raggi X e i raggi gamma tuttavia le radiazioni ionizzanti sono quelle che rivestono l'importanza maggiore (particelle alfa, raggi beta, raggi gamma e raggi x). Queste radiazioni sono efficaci e non causano un rialzo apprezzabile della temperatura, al punto che questo trattamento è anche noto come "sterilizzazione fredda".

Le radiazioni sono più efficaci nei confronti dei batteri Gram negativi rispetto ai Gram positivi e anche in questo caso sono meno efficaci nei confronti delle spore. L'effetto inoltre risente di alcune caratteristiche dell'alimento, è maggiore in presenza di ossigeno, è minore se l' a_w è bassa, inoltre in presenza di nitrati è maggiore nei confronti delle spore. In relazione ai livelli di irraggiamento è possibile considerare questo trattamento come equivalente alla sterilizzazione (30-40kGy) o alla pastorizzazione (2,5-10kGy o anche 0,75-2,5 kGy) (Jay et al., 2005g)..

Il riscaldamento a microonde è una delle tecniche che sfrutta le radiazioni per il trattamento degli alimenti, può essere utilizzato per la cottura, la pastorizzazione e la disidratazione degli alimenti. Nel caso della pastorizzazione attraverso microonde, ad esempio, il vantaggio consiste nella possibilità di ottenere effetti equivalenti alla pastorizzazione tradizionale con temperature ridotte, mentre l'ostacolo principale da affrontare rimane la distribuzione non omogenea del calore nell'alimento (Chandrasekaran et al., 2013).

Filtrazione

Le tecniche di filtrazione consistono nella separazione meccanica dei componenti di un alimento per ottenere caratteristiche desiderate ma possono anche essere sfruttate per la rimozione dei microrganismi presenti. Le performance di separazione della membrana sono influenzate dalla composizione chimica, dalla temperatura, dalla pressione, dal flusso e dall'interazione dello stesso con la membrana. La porosità della membrana riveste inoltre particolare importanza e sulla base di essa si distinguono: ultrafiltrazione, microfiltrazione, nanofiltrazione e osmosi inversa. Generalmente la forza che genera il flusso utilizzato è rappresentata dalla pressione idrostatica, supportata, talvolta, da gradienti di concentrazione o potenziali elettrici (Salehi, 2014).

I processi che sfruttano l'azione di membrane sono di ampio utilizzo da più di 25 anni e il settore alimentare ne ha tratto gran beneficio. Le applicazioni principali sono nell'industria lattiero casearia, seguita dal settore delle bevande e degli ovo prodotti (Daufin et al., 2001).

La microfiltrazione è caratterizzata da una dimensione dei pori compresa tra 0,2 e 2 μm e può separare particelle con peso molecolare $>200\text{kDa}$. Essa è generalmente utilizzata per separare batteri e particelle da altri piccoli soluti e trova applicazione come trattamento utile al prolungamento della conservazione di alcuni prodotti alimentari come in particolare latte e altre bevande. Con un diametro dei pori di 1,4 μm si ottiene una separazione del 99% dei batteri in relazione a forma e volume. Grazie alla notevole capacità di separare *Listeria* e *Salmonella* il processo viene utilizzato prima nel latte della caseificazione (Daufin et al., 2001).

Il vantaggio principale rispetto alla pastorizzazione, storicamente utilizzata, consiste nella ridotta degradazione di alcuni componenti. Altre tecniche come ultrafiltrazione ($\sim 0.01 \mu\text{m}$), osmosi inversa o iperfiltrazione (nanofiltrazione (0,5-1 nm) sono utilizzate per la produzione di prodotti alimentari con determinate caratteristiche e non sono generalmente indirizzate a miglioramenti microbiologici del prodotto (Salehi, 2014).

Ultrasuoni

Il trattamento attraverso ultrasuoni sfrutta le onde di rarefazione e compressione che vengono prodotte sui materiali elastici durante il passaggio dell'energia del suono. L'obiettivo della sua applicazione può essere la stimolazione della fermentazione e delle attività enzimatiche, l'alterazione di alcuni costituenti e l'aumento della preservazione dei prodotti (Knorr et al., 2011). L'azione battericida è mediata principalmente da fenomeni di cavitazione cellulare con la formazione di flussi trans membrana, riscaldamento localizzato e formazione di radicali liberi. L'utilizzo di ultrasuoni si dimostra sinergico con l'applicazione di trattamenti termici (termosonicazione), l'applicazione della pressione (manosonicazione) o entrambi (manotermosonicazione) (Knorr et al., 2011; Sango et al., 2014).

Plasma

Tecnica innovativa di trattamento non termico degli alimenti che consiste nell'utilizzo di elettricità e di un gas (aria, ossigeno, nitrogeno o elio) per creare le condizioni utili alla riduzione della carica batterica sulla superficie dell'alimento. Il processo deve la sua efficacia prevalentemente all'azione delle radiazioni UV che agiscono sul gas inducendo un processo di ionizzazione. I prodotti chimici reattivi che risultano sono molecole neutre, elettroni, ioni positivi e ioni negativi.

Il processo può essere condotto in condizioni di pressione atmosferica o a pressioni inferiori e ha dimostrato la capacità di causare riduzioni maggiori di 5 gradi log per patogeni come *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus* (Niemira et al., 2012).

3.2 L'IMPATTO DEI TRATTAMENTI TECNOLOGICI SULLA QUALITÀ NUTRIZIONALE DEGLI ALIMENTI: ALCUNE EVIDENZE

Gli studi riguardanti la composizione chimica degli alimenti da cui derivano le tabelle di composizione utilizzate nella definizione dei piani alimentari si basano esclusivamente su analisi effettuate sugli alimenti crudi. Tuttavia le trasformazioni che gli alimenti subiscono durante i processi di trasformazione e conservazione, possono provocare sensibili variazioni della composizione degli stessi e della biodisponibilità di alcuni nutrienti.

Di seguito si riportano alcune evidenze concernenti modificazioni di nutrienti di interesse, quali vitamine ed acidi grassi polinsaturi, causate da trattamenti tecnologici volti a migliorarne la conservazione degli alimenti.

Vitamina D

La vitamina D è presente negli alimenti in due isoforme, il colecalciferolo (vit D₃) e l'ergocalciferolo (vit D₂) e nei relativi metaboliti, i vitameri idrossilati e deidrossilati (Schmid et al., 2013).

La vit D₃ e i suoi metaboliti sono presenti esclusivamente negli alimenti di origine animale quali pesce, carne, uova, latte e derivati (Foote et al., 2004; Mattila et al., 1999) mentre la vit D₂ e i suoi metaboliti, presenti in tracce negli alimenti di origine animale, sono contenuti prevalentemente nei funghi selvatici (Jakobsen et al., 2009; Mattila et al., 1999; Teichmann et al., 2007; Mattila et al., 1994).

La stabilità della vitamina D è stata ampiamente dimostrata utilizzando quale modello il latte UHT e il formaggio fortificati (Hanson et al., 2010; Indyk et al., 1996; Wagner et al., 2008). Al contrario studi volti a valutare la stabilità della stessa nella sua forma pura hanno dimostrato che il riscaldamento (150°C) in presenza di aria ne provocava la quasi totale distruzione (Chen et al., 1965) e che la modificazione dell'ambiente verso pH acidi ne causava l'isomerizzazione a isotachisterolo (Seamark et al., 1980; Agarwal, 1990; Jin et al., 2004).

La ritenzione della vitamina D e dei suoi metaboliti è stata valutata nelle uova e nella margarina riscaldate in forno per 40 minuti alla normale temperatura di cottura (180°C) ed è stata stimata intorno al 39–45%. Gli stessi alimenti sottoposti a frittura mostravano una percentuale di ritenzione della vitamina D pari a 82–84%, paragonabile ai valori osservati nel caso delle uova bollite (86–88%) (Jakobsen et al., 2014).

La stabilità della vitamina D è stata studiata anche in alimenti sottoposti a trattamenti di alta pressione (HP). Quattro trattamenti HP della durata di 9 minuti (100, 200, 300, and 400 MPa) sono stati valutati allo scopo di studiarne l'impatto sulle vitamine liposolubili e sulla frazione lipidica contenente acidi grassi di bevande a base di latte. Lo studio non ha rilevato cambiamenti nei tenori di vitamina D₂ e D₃ mentre è stato osservato un aumento dell'attività

della vitamina E a pressioni superiori a 100 MPa, prevalentemente a causa del contenuto in α -tocopherolo. Una significativa diminuzione dei livelli di acidi grassi saturi (SFA) e un significativo aumento di acido oleico (C 18: 1) sono stati osservati nelle bevande trattate a pressioni di 300-400 MPa, mentre differenze non significative sono stati osservate nei profili PUFA (Barba et al., 2012).

Altre vitamine

Studi sul latte sottoposto a bollitura hanno evidenziato un aumento della concentrazione della maggior parte dei macrocomponenti e dei minerali, eccetto per le vitamine A, B₃, B₅ e B₁₂ per le quali è stata osservata una diminuzione pari a 21%, 13%, 3%, e 21%, rispettivamente. La conservazione del latte sottoposto ad ebollizione provocava una diminuzione dei solidi totali del 19% e di vitamine A, B₃, B₅, B₁₂ del 26%, 17-19%, 23% e 18-26%, rispettivamente. Il pH non veniva influenzato da alcuna delle pratiche considerate (Bahman et al., 2012).

L'effetto dell'irraggiamento con raggi gamma sul contenuto di tiamina (B₁), riboflavina (B₂), niacina, piridossina (B₆) e cobalamina (B₁₂) è stato valutato utilizzando come modello bracirole di suino e petto di pollo. La Gamma irradiazione era stata condotta da una fonte di cesio-137 con un intervallo di 0.49-6.65 kGy da -20 a +20 ° C. Le perdite di tiamina, con irraggiamento pari a 1,0 kGy nelle bracirole di suino cotte sono state stimate intorno all'1,5 %. In presenza di dosi di radiazioni pari a 2-4 kGy si osservava un aumento nelle concentrazioni misurate di riboflavina e niacina sia nel caso del suino che del pollo (Fox et al., 1989).

La riduzione della vitamina B₁₂ a seguito di trattamenti di cottura è stata valutata utilizzando come modello l'aringa. I risultati hanno dimostrato la riduzione della vitamina B₁₂ di ~62% nel muscolo a seguito della cottura, indipendentemente dalla modalità (grill, bollitura, frittura, cottura a vapore e microonde). Non si osservava perdita di vitamina B₁₂ a seguito di cottura sottovuoto (Nishioka et al., 2011).

Per quanto riguarda i folati, presenti in elevata concentrazione negli alimenti di origine vegetale, in letteratura i dati sull'impatto delle tecnologie di pre-trattamento e congelamento, utilizzati nella lavorazione di ortaggi, e del tempo di conservazione sulla concentrazione degli stessi nei tessuti edibili sono molto limitati. D'altra parte, essendo i folati molecole instabili, la loro biodisponibilità negli alimenti sottoposti a trasformazione può essere significativamente ridotto rispetto a quanto si osserva negli alimenti crudi. I dati a disposizione, ottenuti studiando fagiolini, fagioli gialli, piselli, cavolfiori, broccoli e spinaci, e identificando il 5-metiltetraidrofolato (5-CH₃-H₄folato) quale esempio, hanno dimostrato che il congelamento provoca una diminuzione consistente ($p < 0,05$) del contenuto del 5-CH₃-H₄folato solamente nelle specie vegetali con un elevato grado di frammentazione (spinaci sminuzzati) oppure di piccole dimensioni (piselli). In tutte le specie analizzate, la concentrazione di folato diminuiva all'aumentare del tempo di conservazione. Questo effetto raggiungeva il livello massimo nel caso del cavolfiore, in cui si assisteva ad una diminuzione della concentrazione di 5-CH₃-H₄folato superiore al 95% dopo tre mesi di conservazione, se confrontato con il prodotto fresco appena raccolto. Nei fagiolini verdi e gialli si osservava una diminuzione del livello del 5-CH₃-H₄folato del 75% e 95%, rispettivamente, dopo nove mesi di congelamento (Czarnowska e Gujska, 2012).

Acidi grassi

L'effetto dei trattamenti HP (valori compresi tra 100 MPa e 600 MPa) è stato testato in relazione allo stato di ossidazione lipidico e alla composizione in acidi grassi di carni conservate per 20 giorni tra i 4°C e i 15°C. I risultati evidenziavano un aumento degli indicatori di irrancidimento TBARS (thiobarbituric acid-reactive substances) compreso tra 335% e 400% ($p < 0,05$). Dall'analisi della composizione in acidi grassi si osservava una significativa riduzione della percentuale di acidi grassi polinsaturi come pure una riduzione dei valori di PUFA/SFA e n-6/n-3 PUFA quando il trattamento veniva condotto a pressioni di 600 MPa (Wang et al., 2013). La carne bovina è stata utilizzata come modello per studiare l'effetto combinato dei processi di HP e temperatura sull'ossidazione lipidica e sulla composizione lipidica. I risultati hanno dimostrato un significativo effetto sia della pressione che della temperatura sull'ossidazione lipidica. Il trattamento a pressione di 200 MPa limitava la modificazione ossidativa dei lipidi mentre un aumento dei valori di TBARS si osservava a livelli di pressione più elevati (300, 400 MPa). L'alta pressione non aveva effetto sul rapporto PUFA/SFA o omega 6/omega 3 (n6/n3). L'effetto della temperatura sulla somma di acidi grassi saturi (SFA), monoinsaturi (MONO) e polinsaturi (PUFA) è stato ampiamente dimostrato. Il trattamento ad alta pressione a temperatura di 40°C, infatti, evidenziava un aumento di SFA e PUFA e una riduzione dei MONO se confrontato con il medesimo trattamento a temperatura di 20°C. Questi risultati pongono l'accento sul fatto che l'alta pressione a temperatura bassa o moderata, migliora notevolmente la qualità microbiologica della carne con un minimo effetto sulla qualità nutrizionale della stessa (McArdle et al., 2010).

3.3 MANIPOLAZIONE E CONSERVAZIONE A LIVELLO DOMESTICO

Il consumatore ha un ruolo chiave nella prevenzione delle patologie di origine alimentare. Secondo l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) circa il 40% dei focolai di malattie alimentari ha origine a livello domestico (EFSA e ECDC, 2014). Questo è dovuto anche al fatto che la maggior parte dei pasti vengono consumati a casa, e che quindi la cucina domestica ha un ruolo fondamentale nella sicurezza degli alimenti. Dal momento dell'acquisto in poi, infatti, il consumatore diventa totalmente responsabile dell'alimento che andrà ad ingerire e deve gestirlo nel modo corretto durante il trasporto, la conservazione e la preparazione.

Il primo passo che il consumatore deve compiere per avere un corretto rapporto con l'alimento riguarda la lettura dell'etichetta. Il produttore è sicuramente il soggetto che meglio conosce il prodotto e che quindi può e deve fornire informazioni utili al consumatore.

Tra le varie informazioni fornite in etichetta, infatti, ve ne sono alcune di particolare rilevanza per la corretta gestione dell'alimento da un punto di vista igienico, in particolare:

- la data di scadenza; l'incapacità di comprendere la differenza tra data di scadenza e Termine Minimo di Conservazione e il consumo di alimenti dopo tale data sono stati descritti in gruppi di individui considerati ad alto rischio di patologie alimentari (Brennan et al., 2007)
- le modalità di conservazione
- le modalità di cottura.

L'inosservanza da parte del consumatore delle pratiche igieniche idonee a garantire la sicu-

rezza degli alimenti può essere involontaria, se riconducibile ad un'ignoranza di tali pratiche, o volontaria. In questo caso è stato dimostrato che il consumatore risponde a logiche di pigrizia e di abitudine nonché alla convinzione che la propria esperienza, difforme dalle buone pratiche, sia sufficiente a giustificare tale comportamento (Brennan et al., 2007).

3.3.1 Rischi legati alla conservazione

Ogni alimento come precedentemente descritto, ha delle proprietà chimico-fisiche specifiche che possono influenzare la proliferazione di microrganismi eventualmente presenti. Le tecnologie di trattamento e conservazione che possono essere applicate all'alimento sono numerosissime e influenzano la stabilità microbiologica dell'alimento nel tempo. Sulla base di queste, un alimento può essere classificato come deperibile se ha una limitata conservabilità nel tempo, o non deperibile se è stabile a temperatura ambiente per lunghi periodi.

Gli alimenti deperibili spesso richiedono una conservazione a temperatura controllata, in questo caso è importante rispettare le indicazioni di temperatura richieste. La temperatura ideale di refrigerazione è inferiore ai 4°C, quella idonea al mantenimento degli alimenti congelati o surgelati è inferiore a -18°C.

La temperatura di refrigerazione, inoltre, a differenza di quella di congelamento (-18°C), non è sufficiente ad inibire completamente la proliferazione microbica di potenziali patogeni, quindi è fondamentale rispettare le tempistiche di conservazione degli alimenti refrigerati (Data di scadenza).

Il packaging può avere un ruolo molto importante sia nell'isolare l'alimento dalle contaminazioni che possono originare dall'ambiente esterno, sia nel mantenere le condizioni di atmosfera impostate dal produttore (es. alimenti sottovuoto e MAP); per questo motivo l'integrità della confezione deve essere mantenuta e agli alimenti sfusi o aperti deve essere garantito un idoneo isolamento dall'ambiente esterno attraverso l'utilizzo di pellicole o contenitori ermetici.

Alimenti deperibili

Alimenti freddi (refrigerati o congelati)

- Trasportarli rapidamente a casa dopo l'acquisto e metterli immediatamente nel frigo o freezer.
- Conservarli ad una temperatura idonea fino al consumo e in ogni caso non conservarli a temperature elevate per più di 2 ore.
- Nel caso di carne, pesce e pollame; scongelarli totalmente prima della cottura lasciandoli a temperatura di refrigerazione per un tempo adeguato, utilizzando il microonde o sfruttando l'acqua fredda corrente.

Alimenti caldi

- se non vengono consumati rapidamente conservarli a temperatura >60°C o raffreddarli rapidamente e conservarli in frigo/freezer.
- Il frigorifero deve essere regolarmente pulito e deve avere una temperatura compresa tra

gli 0° e i 4°C. Gli alimenti vanno posizionati sugli appositi spazi, con gli alimenti più deperibili nei ripiani più alti. Lasciare tra gli alimenti un adeguato spazio per la circolazione dell'aria in modo da garantire la loro corretta e rapida refrigerazione. Conservare le uova nel loro cartone, adeguatamente separate dagli altri alimenti, carne e pesce vanno sigillati adeguatamente in contenitori, sacchetti o pellicole ad uso alimentare. Controllare le date di scadenza ed eliminare gli alimenti non consumati dopo il loro superamento, etichettare gli alimenti preparati o gli avanzi con la data di preparazione e se non consumati eliminarli dopo 7 giorni.

Alterazione

L'osservanza di buone pratiche igieniche nella manipolazione degli alimenti è particolarmente importante se si considera l'impossibilità di percepire organoletticamente la presenza di patogeni in un dato alimento. Un alimento contaminato da batteri patogeni non necessariamente presenta alterazioni di gusto, colore o odore percepibili da parte del consumatore, per questo motivo un alimento conservato scorrettamente o che ha superato la data di scadenza va eliminato indipendentemente dal suo stato di deperimento.

Al contrario esistono alimenti alterati dalla presenza di batteri, lieviti o muffe che potrebbero non dare origine ad alcun effetto negativo a seguito dell'ingestione dell'alimento, poiché spesso i microrganismi alteranti non sono patogeni. Tuttavia l'alimento alterato è un alimento che non va consumato in quanto l'alterazione deve essere interpretata dal consumatore come un campanello di allarme. La proliferazione di microrganismi alteranti, infatti, è probabilmente dovuta a problemi di igiene di preparazione o conservazione dell'alimento. Questi problemi, segnalati dall'alterazione, potrebbero aver causato anche la contaminazione o proliferazione di batteri patogeni. L'alimento alterato va quindi eliminato.

3.3.2 Rischi legati alla manipolazione degli alimenti (cross contaminazione)

La cross contaminazione in cucina e la cottura inadeguata sono riconosciute come i fattori più rilevanti in grado di minare la sicurezza degli alimenti; questo è stato evidenziato nel caso della preparazione di carne di pollo che può essere potenzialmente contaminata con *Salmonella* e *Campylobacter* (Fischer et al., 2007). Poiché tuttavia la contaminazione descritta risulta essere sei volte maggiore sulla superficie rispetto all'interno dell'alimento, è corretto aspettarsi che sia facilmente eliminata da una cottura adeguata. L'elevata contaminazione superficiale, tuttavia, risulta sicuramente critica per tutte le operazioni precedenti alla cottura che rischiano di diffondere tale contaminazione nell'ambiente di preparazione (Luber, 2009; Bloomfield et al., 2007).

L'igiene delle mani è una componente fondamentale per la prevenzione delle patologie alimentari e consente il raggiungimento di risultati significativi in termini di riduzione delle infezioni, in particolare gastroenteriche. L'impatto del lavaggio delle mani può inoltre essere massimizzato dall'esecuzione corretta, in termini di tempi e modi, dell'operazione e dalla contemporanea applicazione di altre pratiche igieniche (Bloomfield et al., 2007).

Lavare quindi sempre le mani prima di cominciare a preparare alimenti e dopo aver mani-

polato carne, pesce o uova crude.

Regole da osservare:

- Evitare di far entrare in contatto, direttamente o indirettamente, alimenti con caratteristiche diverse fra di loro. Ad esempio alimenti cotti e alimenti crudi, carne e verdura, carne di pollo e carne di bovino. Per fare questo è necessario prestare attenzione all'uso di superficie di lavoro e utensili come taglieri e coltelli in modo da evitare che essi diventino i mezzi attraverso i quali la cross-contaminazione può diffondersi.
- Gli utensili da cucina (come taglieri, posate) devono essere puliti, adatti al contatto con gli alimenti, e non devono presentare fessurazioni o difetti simili che potrebbero consentire la permanenza di contaminazione microbica.
- Tutte le aree della cucina dove vengono manipolati alimenti (piani di lavoro, forno, tavolo, ecc.) devono essere pulite ed integre.
- E' opportuno avere sempre a disposizione acqua calda, spugne e strumenti affini puliti, carta, sapone, un asciugamano dedicato per le mani.
- I rifiuti devono essere mantenuti all'interno degli appositi contenitori e coperti.
- Gli animali non devono essere tenuti in cucina o sulle superfici di preparazione degli alimenti, non devono essere presenti insetti e roditori.

3.3.3 Rischi legati alla cottura

La cottura degli alimenti è una pratica fondamentale per garantire l'idoneità al consumo umano, e la sua scorretta gestione è una delle principali cause di ingestione di alimenti contaminati (Fischer et al., 2007). Recentemente negli Stati Uniti è stata lanciata una campagna per diffondere l'utilizzo del termometro a livello domestico.

Le temperature corrette per la cottura degli alimenti, sono:

- 74°C pollame e carne macinata (pollo, tacchino); avanzi di cucina.
- 71°C carne macinata di bovino, suino, agnello, vitello; uova.
- 63°C carne fresca di bovino, suino, agnello, vitello.

La cottura è infatti in grado di eliminare la maggior parte dei batteri patogeni potenzialmente presenti che, nel caso di carne macinata e pollame intero, possono essere distribuiti anche all'interno dell'alimento, sia nel caso di altre carni dove sono distribuiti prevalentemente a livello superficiale.

Come precedentemente descritto per la pastorizzazione una temperatura di 72°C per 15 sec è sufficiente a distruggere lieviti, muffe, Gram positivi e Gram negativi con l'eccezione di alcuni batteri più termoresistenti. L'effettiva eliminazione dei microrganismi avviene al raggiungimento della temperatura in tutte le parti del prodotto e la temperatura necessaria può subire variazioni sulla base di alcune caratteristiche come pH, a_w , contenuto in grassi e altro.

Le cotture normalmente praticate non consentono tuttavia la distruzione delle spore, che, se presenti, possono germinare nelle fasi successive di preparazione. Di conseguenza anche l'alimento cotto va gestito correttamente, per evitare ricontaminazioni dopo la cottura e per evitare la germinazione di spore sopravvissute al trattamento. Il secondo obiettivo può essere conseguito attraverso le seguenti pratiche:

- il consumo dell'alimento dopo la cottura;
- il mantenimento dell'alimento sopra i 60°C;
- il raffreddamento rapido dell'alimento e la sua conservazione a temperatura inferiore ai 10°C.

3.3.4 Rischi legati allo scongelamento

Lo scongelamento può avere un impatto importante sulle caratteristiche microbiologiche e nutrizionali dell'alimento. Ripetuti cicli di congelamento e scongelamento possono eliminare molti batteri attraverso la distruzione della membrana. Inoltre più veloce è lo scongelamento maggiore la sopravvivenza dei batteri presenti.

In particolare lo scongelamento presenta alcune caratteristiche che lo rendono più critico rispetto al congelamento. La prima è dovuta al fatto che questo processo è più lento se condotto a parità di differenziale di temperatura; la seconda è dovuta alle caratteristiche del processo. Durante lo scongelamento, infatti, le temperature raggiungono rapidamente il punto di fusione e rimangono a questo livello durante la maggior parte del tempo del processo rendendo così possibili per tempi significativi processi chimici, ricristallizzazione e anche moltiplicazioni batteriche.

I motivi per i quali viene sconsigliato il ricongelamento di alimenti scongelati sono vari. Innanzitutto essi sono correlati a peggioramenti delle caratteristiche organolettiche come consistenza e aroma, e delle caratteristiche nutrizionali. In secondo luogo ci possono essere delle ripercussioni a livello microbiologico conseguenti, ad esempio, ai cambiamenti di consistenza che sembrano aiutare l'invasione da parte dei microrganismi presenti in superficie, rendendo disponibili, macromolecole di dimensioni minori (perché degradate) e quindi più facilmente utilizzabili dagli stessi (Jay et al., 2005d).

3.4 L'EDUCAZIONE DEL CONSUMATORE E LA SICUREZZA ALIMENTARE

Dal rapporto EFSA/ECDC sull'andamento delle zoonosi, degli agenti zoonotici e dei focolai infettivi emerge che quasi il 40% dei casi delle malattie trasmesse da alimenti (MTA) verificatisi in Europa nel 2012 è stato provocato da alimenti consumati in ambiente domestico (EFSA/ECDC, 2014). Il rapporto cita l'assunzione di alimenti crudi contaminati, il contatto tra alimenti cotti e alimenti crudi, la scarsa igiene personale e delle superfici di lavoro, tra i determinanti negativi. Da ciò si deduce che le misure di sicurezza alimentare che possono essere osservate dai consumatori possono giocare un ruolo decisivo nella prevenzione delle MTA giacché la cosiddetta "fase del consumatore" rappresenta l'ultimo livello della filiera alimentare che va "dal campo alla tavola", nonché l'unico non contemplato nelle attività di controllo ufficiale effettuate dalle autorità competenti che assicurano la sicurezza e la qualità degli alimenti. La prevenzione delle MTA a livello domestico si basa sulla combinazione di buone pratiche igieniche nella manipolazione, preparazione, cottura e conservazione degli alimenti che possono essere osservate

solamente da consumatori responsabili e consci della natura dei rischi associati al consumo degli alimenti.

L'importanza dell'implementazione della prevenzione primaria attraverso la promozione di corretti comportamenti in ambito alimentare che coinvolgano gruppi di popolazione appartenenti a diverse fasce di età è ripetutamente enfatizzato dalla letteratura scientifica internazionale. A seguito di tali considerazioni, il "Libro bianco sulla sicurezza alimentare" dalla Commissione Europea conferisce un ruolo centrale alle informazioni rivolte ai consumatori sui temi della sicurezza alimentare e sugli aspetti nutrizionali degli alimenti, quali presupposti essenziali per garantire scelte consapevoli (Commission of the European Communities, 2000).

Negli ultimi anni la comunità scientifica internazionale ha dedicato notevoli sforzi all'identificazione di strategie di comunicazione efficaci nel modificare i comportamenti dei consumatori. Robuste evidenze sperimentali dimostrano che gli interventi educativi che si propongono di suggerire strategie operative atte a consolidare abitudini virtuose sono strategicamente più efficaci se confrontati con interventi teoretici che si propongono il semplice trasferimento di informazioni attraverso lezioni frontali (Kreuter et al., 2000; Glanz et al., 2005; Snyder, 2007; Elder et al., 2009).

Sulla base di questi assunti e partendo dal principio che l'alimentazione debba essere considerata in modo olistico, affrontando cioè contemporaneamente problemi di sicurezza alimentare e di sicurezza nutrizionale, in Italia sono stati condotti diversi studi volti all'identificazione di una strategia efficace per aumentare la consapevolezza dei consumatori verso la scelta di alimenti sicuri e sani e creare una cultura dell'alimentazione che comprenda sia la sicurezza alimentare che gli aspetti nutrizionali.

Un esperimento, svolto nella Regione del Veneto, che ha coinvolto la popolazione adulta ha dimostrato l'efficacia della partecipazione ad una serie di seminari informativi su argomenti di sicurezza alimentare e di nutrizione. Tali seminari avevano l'obiettivo di fornire informazioni chiare ai dubbi dei consumatori e suggerimenti pratici per organizzare una giornata alimentare adeguata, aumentare le conoscenze dei consumatori e migliorare la loro consapevolezza verso i rischi connessi con la scelta e la trasformazione degli alimenti (Losasso et al., 2012).

Evidenze sempre maggiori, provenienti da studi condotti in Europa, Nord America, Australia e Nuova Zelanda suggeriscono che la maggior parte delle malattie alimentari insorgano in ambiente domestico a causa della non corretta manipolazione e preparazione degli alimenti e/o di scarse pratiche igieniche (Redmond e Griffith, 2003; Egan et al., 2008). Questo è dovuto alla ridotta consapevolezza da parte dei consumatori del contributo personale che si può apportare alla prevenzione delle malattie alimentari attraverso l'applicazione delle buone pratiche igieniche (Losasso et al., 2012; Worsfold, 1997).

In questo contesto i bambini necessitano particolare attenzione in quanto rappresentano una delle fasce di popolazione a maggior rischio di contrarre malattie alimentari per varie ragioni: il loro sistema immunitario non è ancora maturo e quindi meno in grado di risolvere le infezioni; il ridotto peso corporeo richiede minime dosi dell'agente patogeno perché i sintomi si manifestino, infine, la scarsa conoscenza dei rischi associati all'ingestione degli alimenti non permette loro di attuare dei comportamenti protettivi consapevoli (Buzby, 2001; Haffeejee, 1995). Per questi motivi circa la metà dei casi di malattie alimentari riportate coinvolgono la fascia di età inferiore a 15 anni (CDC, 2007; ECDS, 2010).

Alcuni comportamenti protettivi, quali il lavaggio accurato delle mani, il mantenimento di una corretta igiene personale e la corretta gestione dei contatti fisici sono necessari per ridurre i fattori di rischio e possono essere facilmente perseguiti dai bambini se opportunamente istruiti sull'argomento.

Lo sviluppo di interventi efficaci sui temi della sicurezza alimentare, rivolti alla scuola primaria, dunque, può contribuire all'acquisizione di nuove informazioni da parte degli alunni, e a migliorarne i comportamenti a rischio. I bambini possono farsi anche promotori delle norme comportamentali apprese a scuola e presso gli ambienti extrascolastici da essi frequentati, contribuendo a modificare idee e comportamenti dei genitori e dei pari.

Precedenti studi condotti sulla popolazione generale hanno evidenziato che le conoscenze sui temi della sicurezza alimentare tendono ad aumentare con l'età, l'esperienza e l'urbanizzazione (Bruhn e Schutz, 1999; Shiferaw et al., 2000; Gettings e Kiernan, 2001; Redmond e Griffith, 2003;).

Poco è noto circa le conoscenze, le percezioni e le pratiche diffuse nella popolazione infantile dal momento che le campagne di promozione della salute in genere sono rivolte a studenti frequentanti le scuole superiori o l'università (Medeiros et al., 2001; Morrone e Rathbun, 2003; Haapala e Probart, 2004; Gavaravarapu et al., 2009; Kosa et al., 2011; Takeda et al., 2011). I motivi che sottendono alla scelta della popolazione giovane adulta per la divulgazione degli argomenti relativi alla sicurezza alimentare sono molteplici, tra cui il diretto coinvolgimento di queste fasce della popolazione nella preparazione dei pasti e nella scelta dei metodi di preparazione e conservazione degli alimenti (Buzby, 2001), la difficoltà da parte dei bambini di comprendere le relazioni esistenti tra i microrganismi e gli effetti benefici o patologici da essi esercitati sull'organismo umano, la difficoltà da parte dei ricercatori di condurre interventi di educazione alla salute rivolti alla fascia di età infantile e di valutarne l'efficacia, a causa di limitazioni linguistiche e dell'incertezza circa la capacità degli infanti di rispondere realisticamente a questionari valutativi.

Ciò nonostante una cospicua letteratura suggerisce che l'età infantile sia quella più adatta quale target di politiche di prevenzione primaria. L'infanzia, infatti, coincide con l'inizio delle esperienze alimentari fuori dall'ambiente domestico ed è noto che le abitudini di igiene personale apprese a questa età abbiano maggiori probabilità di rimanere consolidate anche in età adulta (Eves et al., 2010).

La scuola risulta essere un partner privilegiato per trasferire agli alunni informazioni sulle corrette pratiche di manipolazione e preparazione degli alimenti e di igiene personale, con l'obiettivo di modificarne le concezioni e i comportamenti. Ciò nonostante è infrequente che gli alunni della scuola primaria seguano specifici programmi riguardanti la sicurezza alimentare o che sia prevedibile l'istituzione di uno specifico *curriculum* che abbia l'obiettivo di approfondire tali argomenti.

Partendo dalle precedenti considerazioni un Progetto svolto nella Regione del Veneto ha messo a punto una metodologia didattica per il trasferimento di conoscenza nell'ambito della microbiologia degli alimenti rivolto agli alunni delle quinte classi della scuola primaria. L'intervento educativo si è rivelato efficace non solo nell'aumentare le conoscenze dei partecipanti sui temi proposti ma anche sul cambiamento di alcune abitudini domestiche a rischio che sono state opportunamente monitorate con l'aiuto dei genitori (Losasso et al., 2014).

3.5 KEY POINTS

- Il consumatore ha un ruolo fondamentale nel garantire la sicurezza degli alimenti consumati a livello domestico.
- L'etichetta degli alimenti fornisce informazioni importanti circa la modalità di conservazione e la vita commerciale del prodotto.
- Se su un alimento sono applicate due o più tecniche di conservazione esse vanno preservate in quanto indispensabili al mantenimento delle caratteristiche di salubrità del prodotto.
- A livello domestico è necessario prestare molta attenzione a:
 - modalità di conservazione dei prodotti;
 - manipolazione e preparazioni dei prodotti al fine di evitare contaminazioni e/o cross-contaminazioni.
 - cottura adeguata
- le trasformazioni che gli alimenti subiscono durante i processi di trasformazione e conservazione possono provocare sensibili variazioni della composizione degli stessi e della biodisponibilità di alcuni nutrienti
- le misure di sicurezza alimentare che possono essere osservate dai consumatori possono giocare un ruolo decisivo nella prevenzione delle MTA. Di seguito i 10 punti base per la prevenzione delle malattie trasmesse dagli alimenti (OMS EUROPASS 2008)
 1. Scegliere i prodotti che abbiano subito trattamenti idonei ad assicurarne l'innocuità (ad esempio il latte pastorizzato o trattato ad alte temperature).
 2. Cuocere bene i cibi in modo che tutte le parti, anche le più interne, raggiungano una temperatura di almeno 70° C.
 3. Consumare gli alimenti immediatamente dopo la cottura.
 4. Gli alimenti cotti, se non vengono consumati subito, vanno raffreddati adeguatamente e conservati in frigorifero entro due ore dalla cottura; la permanenza nel frigorifero deve essere limitata; se il cibo deve essere conservato per lungo tempo è preferibile surgelarlo.
 5. I cibi precedentemente cotti vanno riscaldati rapidamente e ad alta temperatura prima del consumo.
 6. Evitare ogni contatto fra cibi crudi e cotti.
 7. Curare particolarmente l'igiene delle mani per la manipolazione degli alimenti.
 8. Fare in modo che tutte le superfici della cucina, gli utensili ed i contenitori siano accuratamente puliti.
 9. Proteggere gli alimenti dagli insetti, dai roditori e dagli altri animali.
 10. Utilizzare solo acqua potabile.

TABELLA 1. Esempi di tecniche di conservazione

	A. benzoico/benzoati A. propionico/propionati A. sorbico/sorbati Diossido di solfuro/solfiti Nitriti/Nitrati (Na e K) Nisina
Riduzione pH	A. acetico A. lattico A. citrico
Riduzione _{aw}	Sale Zucchero
Atmosfera	Sottovuoto Atmosfera modificata (MAP) Sottolio
Packaging antimicrobico	Olii essenziali Nanomateriali Peptidi bioattivi
Basse T°	Refrigerazione Congelamento/Surgelamento Superchilling
Alte T°	Pastorizzazione Sterilizzazione Sous-vide
Disidratazione	Sale Zucchero Liofilizzazione Disidratazione/Essidazione
Altre tecniche	Radiazioni Pressione Filtrazione Ultrasuoni Campi elettrici pulsati Plasma Batteri lattici

4. RISCHI LEGATI ALLE CONTAMINAZIONI CHIMICO-AMBIENTALI

PREMESSA

I contaminanti sono sostanze chimiche che non sono intenzionalmente aggiunti agli alimenti o mangimi. Queste sostanze possono essere presenti negli alimenti a causa delle varie fasi di produzione, trasformazione, o trasporto. Esse potrebbero anche derivare da contaminazione ambientale. La contaminazione degli alimenti e delle acque potabili costituisce uno dei principali rischi di esposizione della popolazione agli agenti chimici ambientali. La via alimentare risulta infatti la principale via di esposizione dell'uomo alla maggior parte dei contaminanti ambientali.

I fattori che influenzano la presenza di un contaminante chimico nell'ambiente, quali la sua stabilità chimica, la stabilità alla degradazione da parte dei microorganismi, la lenta metabolizzazione e la tendenza ad accumularsi nei tessuti dell'organismo, sono gli stessi che condizionano in larga misura anche la presenza del contaminante negli alimenti.

Quando si tratta di contaminazione degli alimenti, la legislazione comunitaria prevede che alimenti contenenti un livello inaccettabile dal punto di vista della salute non può essere immesso sul mercato. Dal momento che molti contaminanti sono di origine naturale, sarebbe impossibile imporre un totale divieto di tali sostanze. Invece, il miglior modo di agire per tutelare la salute pubblica è quello di garantire che queste sostanze siano mantenute a livelli più bassi possibile e determinati sulla base di solide conoscenze scientifiche (European Commission, 2008).

I livelli massimi sono fissati per i contaminanti di maggiore preoccupazione per i consumatori, sia a causa della loro tossicità o per la loro potenziale diffusione nella catena alimentare. Questi includono, per esempio, micotossine, metalli pesanti (come piombo e mercurio), diossine, idrocarburi policiclici aromatici (European Commission, 2015).

I livelli sono fissati sulla base di pareri scientifici forniti dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA). Gli Stati membri eseguono il campionamento casuale e l'analisi dei prodotti alimentari, riferiscono periodicamente i risultati e intervengono se i campioni non sono conformi alla normativa. L'Unione Europea (UE) mette questi risultati a disposizione di tutti gli Stati membri. Se durante i controlli, le autorità nazionali identificano un rischio, essi possono temporaneamente sospendere o limitare la produzione o la distribuzione dei prodotti. Tuttavia, devono immediatamente informare gli altri Stati membri e la Commissione Europea, motivando la loro decisione. Il RASFF (Sistema di allarme rapido per alimenti e mangimi) trasmette

informazioni tra le autorità nazionali competenti, la Commissione e l'EFSA, consentendo un intervento rapido (Ministero della Salute, 2008).

Per i prodotti alimentari importati, il paese d'origine è responsabile della conformità con la legislazione UE, e questa è controllata alle frontiere e sul mercato.

In questo capitolo verranno trattate alcune sostanze e composti chimici appartenenti a diverse categorie di contaminanti elementi in traccia tra cui i metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), radionuclidi e diossine (contaminanti ambientali); micotossine, ammine biogene e tossine algali (contaminanti da fonti naturali); acrilamide (contaminanti da processo); nonomateriali (possibili contaminanti emergenti).

4.1 CONTAMINANTI AMBIENTALI

4.1.1 Elementi in traccia

Arsenico

L'arsenico è un metalloide, vale a dire un elemento chimico che presenta proprietà intermedie fra un metallo e un non-metallo. Fa parte del gruppo 15 della tavola periodica - insieme a fosforo e azoto - e la sua chimica è da molti punti di vista simile a quella di questi due elementi essenziali, aspetto che viene ritenuto importante per spiegarne ad esempio la singolare abbondanza negli organismi marini.

Una caratteristica saliente di questo elemento è la sua presenza in natura sotto forma di un numero estremamente elevato di forme organiche. Insieme ad alcuni composti organici di origine sintetica e all'arsenico inorganico (arsenito o arsenico trivalente, arseniato o arsenico pentavalente) queste molecole rappresentano le diverse specie chimiche dell'arsenico, caratterizzate da proprietà biologiche differenti e in particolare da differente tossicità. L'analisi del rischio si incentra sull'arsenico inorganico, la specie che presenta elevata tossicità acuta e cronica con effetti a carico di numerosi organi e sistemi (respiratorio, cardiovascolare, immunitario, genitourinario, riproduttivo, gastrointestinale, nervoso) e che è un potente cancerogeno umano. L'esposizione cronica all'arsenico inorganico per via orale determina effetti a carico della cute e un aumento del rischio d'insorgenza di tumori in siti specifici quali pelle, polmoni, vescica e rene.

Gli organismi marini (pesci, crostacei, molluschi) presentano concentrazioni molto elevate di arsenico legate alla capacità di bioaccumulo di arsenocomposti organici, le specie chimiche di questo elemento meno rilevanti in termini di rischio per la salute. Fra queste specie organiche dell'arsenico domina, specialmente nei pesci, l'arsenobetaina, un composto virtualmente innocuo. In alcuni molluschi e soprattutto nelle alghe prevalgono gli arsenoribosidi, la cui tossicità non è ancora del tutto caratterizzata ma che presentano come metabolita finale *in vivo* l'acido dimetilarsinico, il composto principale derivante dal metabolismo dell'arsenico inorganico. Una nota eccezione è l'alga hijiki, ricca in arsenico inorganico. Nelle matrici grasse (olio di pesce, pesci grassi) l'arsenico è presente sotto forma di arsenolipidi, composti che solo negli ultimi anni cominciano a essere studiati sistematicamente in termini d'identità chimica ed effetti biologici e presentano anch'essi l'acido dimetilarsinico come metabolita finale *in vivo*.

Al di fuori dei prodotti ittici, le concentrazioni di arsenico nelle altre matrici animali e vege-

tali sono generalmente basse ma è presente quasi esclusivamente la forma inorganica tossica. Gli alimenti che destano maggiore attenzione sono il riso e i prodotti da esso derivati, per le spiccate capacità di bioaccumulo legate al particolare ambiente anaerobio in cui avviene la coltivazione della pianta. Tuttavia in tutti i cereali - segnatamente nel frumento (Cubadda et al., 2010) - e in generale nei vegetali l'arsenico inorganico rappresenta, sebbene in concentrazioni inferiori al riso, la forma chimica prevalente e talvolta esclusiva.

La presenza nell'acqua destinata al consumo umano di arsenico in concentrazioni superiori a 10 µg/L, valore guida provvisorio stabilito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), costituisce un problema sanitario che investe decine di milioni di individui in numerose aree del mondo (in particolare nel Bengala occidentale, nel Bangladesh e in altre aree del Sud-est asiatico). L'arsenico nell'acqua, di origine naturale, è presente nella forma tossica (arsenico inorganico) e le concentrazioni possono essere molto elevate secondo la particolare geochimica degli acquiferi. Sebbene di grado inferiore a quelle del Sud-est asiatico, anomalie geochimiche che determinano arricchimenti in arsenico inorganico nell'acqua e in altri comparti ambientali esistono anche in Italia e in particolare nelle aree di origine vulcanica del Lazio (Cubadda et al., 2012).

L'esposizione all'arsenico inorganico avviene per la popolazione generale prevalentemente attraverso la dieta. In Europa, gli alimenti più importanti in termini espositivi sono i prodotti a base di cereali diversi dal riso, seguiti da quelli a base di riso, l'acqua, le bevande alcoliche e gli altri alimenti di origine vegetale diversi dai cereali; per lattanti e bambini piccoli sono importanti latte e latticini (EFSA, 2014a). Per gruppi di popolazione con abitudini alimentari specifiche l'esposizione può essere nettamente più elevata. Fra questi, i gruppi di popolazione che basano la loro alimentazione sul riso (es. alcuni gruppi etnici) e i forti consumatori di prodotti a base di alghe.

Nel 2009 il Gruppo di esperti sui contaminanti nella catena alimentare dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA), nella sua opinione scientifica sull'arsenico negli alimenti, ha rilevato che i dati epidemiologici più recenti segnalavano effetti avversi della forma inorganica anche a livelli di esposizione inferiori a quelli precedentemente considerati dal Comitato misto di esperti FAO e OMS (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) nella sua valutazione del rischio (EFSA, 2009a). Poiché non è risultato possibile definire un livello di esposizione tollerabile del tutto privo di rischi apprezzabili per la salute, come in casi analoghi l'EFSA ha derivato per ciascun effetto ritenuto associato con certezza all'esposizione orale all'arsenico inorganico (tumori alla vescica, ai polmoni, alla pelle e lesioni cutanee), una risposta di riferimento pari a un eccesso di rischio dell'1% e una dose di riferimento ($BMDL_{01}$, *Benchmark dose lower confidence limit*) corrispondente al limite fiduciale inferiore del 95% stimato per tale livello di risposta. Nella caratterizzazione del rischio, l'EFSA ha suggerito di impiegare l'intera gamma delle $BMDL_{01}$ individuate, da 0,3 a 8 µg/kg pc/giorno, a causa delle incertezze sugli effettivi livelli di esposizione negli studi epidemiologici considerati.

Solo in anni recenti sono divenuti largamente disponibili metodi analitici per distinguere la forma inorganica tossica dalle varie forme arsenicali organiche che possono essere contemporaneamente presenti negli alimenti (analisi di speciazione dell'arsenico). Questo, insieme alle nuove evidenze sulla tossicologia dell'arsenico inorganico e in particolare all'identificazione di effetti avversi a dosi più basse di quelle precedentemente individuate - circostanza che rende

plausibile l'esistenza di un rischio per una parte della popolazione generale con livelli espositivi più elevati - ha determinato la scelta di introdurre limiti massimi per l'arsenico inorganico in alcuni alimenti. Il riso e i prodotti derivati saranno le prime matrici oggetto di regolamentazione e l'introduzione di limiti legali per questi alimenti è attesa in Europa nei primi mesi del 2015.

Cadmio

Il cadmio è un elemento metallico del gruppo 12 della tavola periodica, gruppo che include anche lo zinco e il mercurio. La sua chimica è dominata dai composti inorganici con stato di ossidazione +2. Le proprietà chimiche sono simili a quello dello zinco e si ritrova in natura associato a questo elemento - e in misura minore a piombo e rame - specialmente nei solfuri; pertanto il cadmio viene in genere ottenuto come sottoprodotto della lavorazione di questi metalli. E' impiegato in molte applicazioni tecnologiche e rilasciato nell'ambiente a seguito della fusione di altri metalli, della combustione di combustibili fossili, dell'incenerimento dei rifiuti e dell'uso in agricoltura di concimi fosfatici e di fanghi di depurazione provenienti da impianti di trattamento delle acque reflue urbane. Nell'ambiente elevate concentrazioni del metallo nell'aria, nell'acqua e nel suolo sono spesso riconducibili ad emissioni antropiche.

Il cadmio è privo di funzioni biologiche negli animali e nell'uomo ma mima altri elementi divalenti con funzioni essenziali come zinco e calcio (EFSA, 2009b). Attraversa le membrane biologiche con diversi meccanismi e una volta all'interno delle cellule viene sequestrato da ligandi a elevatissima affinità come le metallotioneine. Non viene facilmente eliminato dalle cellule e questo spiega il lungo tempo di residenza in tessuti di deposito come l'intestino, il fegato e il rene. Il cadmio assorbito dall'organismo viene eliminato molto lentamente, con un'emivita biologica compresa fra i 10 e i 30 anni. L'interferenza nell'omeostasi del calcio, dello zinco e del ferro ha un ruolo cruciale nell'azione tossica, che mina funzioni cellulari basilari. Il principale effetto avverso del cadmio è la nefrotossicità legata all'accumulo nelle cellule del tubulo prossimale, che in relazione alla durata e all'entità dell'esposizione può portare a disfunzione e quindi a crisi renale. Il cadmio provoca anche demineralizzazione ossea, verosimilmente sia mediante azione diretta sul tessuto osseo sia indirettamente a seguito del danno renale, con effetti sul metabolismo del calcio e della vitamina D che, in relazione all'esposizione intercorsa, possono esitare in osteoporosi e osteomalacia. La biodisponibilità e tossicità del cadmio sono influenzati da una varietà di fattori individuali, fra i quali lo stato nutrizionale e in particolare l'entità delle riserve di ferro nell'organismo.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato il cadmio come cancerogeno per l'uomo (gruppo I) sulla base di studi occupazionali. Dati recenti mostrano un'associazione fra esposizione al cadmio e aumento del rischio di alcuni tipi di tumori anche nella popolazione generale, ma le relazioni dose-risposta non consentono ancora una valutazione del rischio su base quantitativa (EFSA, 2009b).

Per la popolazione generale, ad eccezione dei fumatori, la fonte principale di esposizione al cadmio è rappresentata dalla dieta. Alimenti che presentano concentrazioni elevate di questo metallo sono alcuni prodotti carnei (carne equina e organi interni), alcuni prodotti ittici (molluschi e in misura minore crostacei), il cioccolato, alcuni vegetali (vegetali a foglia, brassicacee, sedano rapa), le alghe e i funghi (Pastorelli et al., 2012). Talune specie animali possono bioaccumulare il cadmio in specifici tessuti, come ad esempio il sistema epatopancreas dei molluschi

e dei crostacei (Angeletti et al., 2014). Elevati livelli di cadmio nel suolo, dovuti a cause naturali o ad attività antropica, comportano incrementi dei livelli di presenza nelle specie vegetali coltivate. In queste condizioni anche cereali quali frumento e riso possono raggiungere concentrazioni che, sebbene inferiori a quelle degli alimenti più ricchi in cadmio sopra menzionati, risultano significative in termini espositivi in ragione dell'elevato consumo dei prodotti da essi derivati. Gli alimenti che contribuiscono di più all'esposizione al cadmio sono infatti quelli alla base della dieta, proprio in quanto oggetto di consumo quotidiano: cereali e prodotti derivati, altri alimenti di origine vegetale (inclusi legumi e patate), carne e prodotti carnei. I vegetariani, i consumatori regolari di molluschi bivalvi e di funghi selvatici presentano livelli espositivi più elevati rispetto alla media della popolazione.

Nel 2009 il Gruppo di esperti sui contaminanti nella catena alimentare dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA), nella sua opinione scientifica sul cadmio negli alimenti, ha rilevato che i dati epidemiologici più recenti segnalavano effetti avversi del cadmio a livelli di esposizione inferiori a quelli considerati dal Comitato misto di esperti FAO e OMS (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) nella sua precedente valutazione del rischio e ha individuato un livello di esposizione tollerabile su base settimanale (*Tolerable weekly intake*, TWI) pari a 2.5 µg/kg pc (1), riconfermato nel 2011 (EFSA, 2011a). Poiché l'esposizione al cadmio della popolazione generale in Europa ha lo stesso ordine di grandezza del TWI ed eccede quest'ultimo nel caso di alcuni gruppi di popolazione (vegetariani, bambini, fumatori, soggetti residenti in aree contaminate), il gruppo di esperti ha raccomandato l'adozione di strumenti per ridurre l'esposizione. I tenori di cadmio negli alimenti sono da lungo tempo regolamentati (Commissione Europea, 2006) e i limiti massimi ammessi vengono periodicamente rivalutati tenendo presente, fra l'altro, i risultati della caratterizzazione del rischio operata in ambito EFSA.

Piombo

Il piombo è un elemento metallico generalmente presente nell'ambiente in forma inorganica e con stato di ossidazione +2. E' un contaminante ubiquitario la cui presenza nei comparti ambientali è il risultato, in larga parte, di attività antropiche, inclusa l'estrazione mineraria, la lavorazione di metalli e la produzione di batterie. Importanti fonti di contaminazione, quali le vernici al piombo, sono state eliminate o ridimensionate a partire dagli anni settanta del secolo scorso a seguito di provvedimenti normativi volti a ridurre l'esposizione umana a questo elemento tossico. E' anche il caso dei composti organici sintetici piombo tetraetile e piombo tetrametile utilizzati nel passato come agenti antidetonanti nelle benzine, uso proibito in Europa a partire dal 2000. Altri provvedimenti hanno riguardato impieghi che incidevano direttamente sull'esposizione orale della popolazione a questo contaminante, quali l'uso di condotte d'acqua potabile e barattoli alimentari contenenti piombo. Nell'insieme, queste misure hanno determinato un documentato decremento dell'esposizione nelle popolazioni che ne hanno beneficiato.

Per la popolazione generale, la fonte principale di esposizione al piombo è rappresentata dalla dieta (EFSA, 2010a). L'ingestione di polvere in ambito domestico o di terra durante il gioco e le attività ricreative, specialmente in aree contaminate, può rappresentare una fonte espositiva importante per i bambini. Alimenti che presentano concentrazioni elevate di questo metallo sono le interiora degli animali, alcuni prodotti ittici (molluschi – soprattutto i bivalvi – e in

misura minore crostacei), gli integratori a base di alghe e i funghi (EFSA, 2010a). In Europa, gli alimenti che contribuiscono di più all'esposizione al piombo sono i cereali e prodotti derivati, altri alimenti di origine vegetale (in particolare vegetali a foglia e patate) e l'acqua potabile.

I bambini presentano un assorbimento gastrointestinale dei composti solubili del piombo superiore a quello degli adulti. L'assorbimento del piombo è influenzato da una varietà di fattori e, in particolare, si osserva una relazione inversa con l'assunzione e lo status del calcio e del ferro. Nell'organismo umano il piombo assorbito viene trasportato dal sangue, in massima misura legato agli eritrociti, e trasferito ai tessuti, depositandosi in particolare nel fegato, nel rene e nelle ossa, nelle quali si accumula nel corso degli anni. Oltre il 90% del carico corporeo dell'elemento è generalmente contenuto nello scheletro. L'emivita del piombo nel sangue e nei tessuti molli è compresa fra i 20 e i 40 giorni, mentre quella del piombo nel tessuto osseo è nell'ordine dei 10-30 anni. Durante la gravidanza e la lattazione, fasi fisiologiche di demineralizzazione ossea, una parte del piombo accumulato nel tessuto osseo viene mobilizzata e trasferita dalla madre al feto attraverso la placenta prima e al neonato poi con l'allattamento.

Il piombo esercita effetti avversi a carico di quasi tutti i sistemi dell'organismo, inclusi quello ematopoietico, cardiovascolare, renale, endocrino, gastrointestinale, immunitario e riproduttivo. A livello ematologico, il piombo interferisce con la biosintesi dell'eme causando una riduzione della concentrazione di emoglobina nel sangue che può esitare in anemia. Tuttavia, il principale bersaglio biologico del piombo è il sistema nervoso centrale, in particolare nella fase critica dello sviluppo. Anche bassi livelli di esposizione durante questa fase possono pregiudicare lo sviluppo cognitivo e le capacità intellettuali nel bambino. Il piombo è classificato come probabile cancerogeno umano (gruppo 2A) dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) (IARC, 2006).

Nel 2010 il Gruppo di esperti sui contaminanti nella catena alimentare dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA), nella sua opinione scientifica sul piombo negli alimenti, ha identificato quali effetti avversi critici sui quali basare la valutazione del rischio, la neurotossicità dello sviluppo nei bambini piccoli da un lato e gli effetti cardiovascolari e la nefrotossicità negli adulti dall'altro (EFSA, 2010a). I relativi BMDL (*Benchmark dose lower confidence limit*, dosi di riferimento corrispondenti al limite fiduciale inferiore del 95% stimato per risposte di riferimento pari a eccessi di rischio definiti) sono di 0.50 µg/kg pc/giorno per la neurotossicità infantile (BMDL₀₁), di 1.50 µg/kg pc/giorno per gli effetti sulla pressione sanguigna sistolica (BMDL₀₁), di 0.63 µg/kg pc/giorno per gli effetti sulla prevalenza di patologie renali croniche (BMDL₁₀). Il precedente livello di esposizione tollerabile su base settimanale (PTWI) di 25 µg/kg pc/settimana indentificato dal Comitato misto di esperti FAO e OMS (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA), ritenuto non più appropriato in quanto non vi è evidenza dell'esistenza di una soglia per molti degli effetti avversi indotti dal piombo, quali quelli neurocomportamentali, è stato conseguentemente ritirato (WHO/FAO, 2011a).

Dal confronto fra le dosi di riferimento e i livelli di esposizione stimati nella popolazione europea, in particolare per i bambini piccoli (1-7 anni di età), emerge che non possono essere esclusi rischi su base individuale per soggetti più esposti. L'EFSA ha osservato che la protezione dei bambini nei confronti dei rischi neurocomportamentali è efficace anche riguardo a tutti gli altri effetti avversi in tutte le altre fasce di popolazione e ha ribadito la necessità di proseguire sulla strada della riduzione dell'esposizione al piombo (EFSA, 2010a). In Italia, sono in corso

studi per stimare più accuratamente l'esposizione al piombo della popolazione e in particolare dei bambini e identificare le tipologie di alimenti che più contribuiscono all'esposizione stessa (D'Amato et al., 2013).

I tenori di piombo negli alimenti, inclusi quelli destinati all'infanzia, sono da lungo tempo regolamentati (Commissione Europea, 2006) e i limiti massimi ammessi vengono periodicamente rivalutati tenendo presente, fra l'altro, i risultati della caratterizzazione del rischio operata in ambito EFSA.

Mercurio

Il mercurio è un elemento metallico del gruppo 12 della tavola periodica, gruppo che include anche lo zinco e il cadmio. Viene rilasciato nell'ambiente sia da fonti naturali sia a seguito di attività umane. Come nel caso dell'arsenico, esistono in natura forme organiche e inorganiche, che si aggiungono al mercurio elementare. La chimica è tuttavia meno ricca di quella dell'arsenico e di fatto solo due specie chimiche sono di rilievo per l'esposizione alimentare, vale a dire il mercurio inorganico e il metilmercurio. Altra differenza rispetto all'arsenico è che nel caso del mercurio è la specie organica, ovvero il metilmercurio, ad essere la più tossica.

Il mercurio presente nell'ambiente acquatico, sia marino che di acqua dolce, va incontro al fenomeno della metilazione, mediata da batteri o di tipo abiotico (con processo puramente chimico), prevalentemente nei sedimenti e in misura minore nella colonna d'acqua. Il metilmercurio che si forma è altamente biodisponibile ed è soggetto sia a bioaccumulo che biomagnificazione, cioè aumento dei livelli lungo la catena trofica, con concentrazioni più elevate negli organismi superiori. Nei pesci il metilmercurio si lega fortemente al muscolo e quindi bioaccumula sia con l'aumento della massa muscolare che con l'aumento della durata dell'esposizione. I pesci predatori, in particolare quelli di grandi dimensioni e capaci di vivere più a lungo, sono gli organismi che raggiungono le concentrazioni di metilmercurio più elevate nel proprio tessuto muscolare. Analogamente livelli molto elevati vengono riscontrati nei grandi mammiferi marini.

Il metilmercurio ingerito viene assorbito molto più efficacemente rispetto al mercurio inorganico e una volta raggiunto il sangue si lega prevalentemente agli eritrociti. Differentemente dalla forma inorganica, il metilmercurio è in grado di fare ingresso nei follicoli dei capelli, attraversare la barriera placentare, la barriera ematoencefalica e quella emato-liquorale, col risultato di accumularsi nei capelli, nel feto e nel cervello. L'effetto critico più importante del metilmercurio è la neurotossicità, in particolare il danno a carico dello sviluppo neurologico del feto, anche se altri effetti avversi sono verosimili, in particolare a carico dell'apparato cardiovascolare. Il feto rappresenta quindi il massimo di vulnerabilità per gli effetti sullo sviluppo del metilmercurio e l'esposizione prenatale, legata all'entità e alla tipologia di consumi di pesce della gestante, è critica. Per quanto riguarda il mercurio inorganico, invece, il principale organo bersaglio è il rene, con effetti ulteriori a carico del fegato, del sistema nervoso, di quello immunitario, riproduttivo e dello sviluppo (WHO/FAO, 2011b).

Il contenuto di metilmercurio nel pesce e negli altri prodotti ittici varia, ma si assume che generalmente oltre il 90% del mercurio totale nel pesce e oltre il 70% nei molluschi e nei crostacei sia presente sotto forma di metilmercurio. Per massimizzare i benefici nutrizionali connessi al consumo di pesce e limitare l'assunzione di metilmercurio, specialmente da parte delle donne

in età fertile e in particolare dalle gestanti, il consumo di grandi predatori (pesce spada, squali, tonno) dovrebbe essere sostituito con quello di altri pesci che presentano concentrazioni meno elevate di metilmercurio. Il pesce e gli altri prodotti ittici rappresentano le sole significative fonti di esposizione al metilmercurio per la popolazione generale (Pastorelli et al., 2012). In Italia, sono in corso studi per stimare più accuratamente l'esposizione della popolazione al metilmercurio, con particolare attenzione ai gruppi di popolazione più a rischio (D'Amato et al., 2013).

Nel 2010 il Gruppo di esperti sui contaminanti nella catena alimentare dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA), nella sua opinione scientifica sul mercurio negli alimenti, ha individuato un livello di esposizione tollerabile su base settimanale (Tolerable weekly intake, TWI) pari a 1.3 µg/kg pc, espresso come mercurio, per il metilmercurio e di 4 µg/kg pc per il mercurio inorganico (EFSA, 2012a).

I tenori di mercurio nei prodotti ittici sono da lungo tempo regolamentati (Commissione Europea, 2011a), con limiti massimi differenziati per le diverse tipologie di organismi (pesci, molluschi, crostacei) e le diverse specie.

Nichel

Il nichel è un metallo di transizione presente nell'ambiente in forma inorganica e con stato di ossidazione +2. E' largamente usato per la fabbricazione di diversi tipi di acciai e altre leghe ed è quindi contenuto in una varietà di oggetti di uso comune quali monili, articoli di bigiotteria e gioielleria, orecchini, piercing, accessori metallici per indumenti, ciondoli, chiavi, occhiali, utensili metallici, monete, stoviglie.

Il nichel non è un elemento essenziale per l'uomo. L'ingestione di sali di nichel determina effetti avversi a carico dei reni, della milza, del polmone e del sistema mieloide nell'animale da laboratorio, con evidenza di aumento della mortalità perinatale in uno studio sul ratto (EFSA, 2005). L'inalazione di sali di nichel ha effetti cancerogeni nell'uomo (gruppo I, IARC) (IARC, 2009), mentre sono insufficienti i dati relativi alla via di esposizione orale.

L'EFSA sta attualmente effettuando una valutazione del rischio del nichel assunto attraverso la dieta. Tuttavia, per questo elemento, i rischi per la popolazione generale legati all'alimentazione non sembrano risiedere tanto nella tossicità chimica quanto nella sua capacità di provocare reazioni allergiche in pazienti già sensibilizzati per via dermica. L'allergia al nichel è il più comune tipo di allergia a metalli riscontrata nella popolazione generale, con una prevalenza fra il 10 e il 20%, significativamente più elevata nelle donne. Pur trattandosi di una dermatite allergica da contatto (DAC), tuttavia una parte dei soggetti che ne soffrono possono sviluppare una sindrome da allergia sistemica al nichel (SNAS), con manifestazioni sia cutanee sia extracutanee, prevalentemente gastrointestinali (Ricciardi et al., 2014). Questi soggetti devono evitare l'ingestione di alimenti di origine vegetale ricchi in nichel, quali cacao, cioccolato, semi di soia, legumi, farina d'avena, nocciole, mandorle e altra frutta secca. Un'altra importante misura di prevenzione è evitare il consumo di acqua di rubinetto che abbia avuto una lunga permanenza nelle tubazioni, che in alcune circostanze può raggiungere concentrazioni di nichel particolarmente elevate. L'uso di stoviglie contenenti nichel, specialmente nella cottura di alimenti a maggiore acidità, può dare un contributo all'assunzione di nichel, anche se di difficile quantificazione.

4.1.2 Idrocarburi policiclici aromatici

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) costituiscono una vasta classe di composti organici la cui caratteristica strutturale è la presenza di due o più anelli benzenici uniti tra loro.

Sono noti IPA con un numero di anelli variabile da 2 a 7 che, secondo la posizione in cui è avvenuta la condensazione, si presentano sotto forma di diversi isomeri. La numerosità della famiglia cresce considerando la possibile presenza di sostituenti sugli anelli aromatici e/o eteroatomi negli anelli stessi. Sono usualmente suddivisi, in funzione del peso molecolare e del numero d'atomi che comprendono, in IPA leggeri (2-3 anelli condensati) e IPA pesanti (4-6 anelli). In particolare, con il nome di IPA s'individuano quei composti contenenti solo atomi di carbonio e idrogeno (vale a dire gli IPA non sostituiti e i loro derivati alchil-sostituiti), mentre con il nome più generale di "composti policiclici aromatici" s'intendono anche i derivati funzionali (es. i nitro-IPA) e gli analoghi eterociclici.

Gli IPA si formano durante la combustione incompleta o la pirolisi di materiale organico contenente carbonio, come carbone, legno, prodotti petroliferi e rifiuti. Il meccanismo di formazione degli IPA durante il processo di combustione è alquanto complesso e la velocità di formazione aumenta in carenza di ossigeno.

Ciò detto, appare evidente come numerose possano essere le sorgenti di formazione degli IPA quali: processi industriali, impianti di generazione d'energia elettrica, inceneritori, riscaldamento domestico (specialmente a legna e carbone), emissioni veicolari, incendi, fumo di tabacco, vulcani. Questi ultimi possono rappresentare una sorgente naturale con un impatto locale rilevante.

A causa di queste numerose fonti, gli IPA sono ubiquitari e si diffondono in tutti i comparti ambientali. Durante ogni processo di formazione, gli IPA sono sempre presenti come classe (mai come composti singoli) in miscele complesse contenenti anche altre sostanze e classi chimiche. Per lo stesso motivo, si ritrovano come miscela nei vari comparti ambientali e matrici (aria, acqua, suolo e alimenti) alle quali è comunemente esposta la popolazione.

La contaminazione alimentare da IPA può avere una duplice origine: ambientale e da tecnologia di produzione (EFSA, 2008). Negli alimenti non sottoposti a trasformazione, la presenza degli IPA è essenzialmente dovuta a contaminazione ambientale: deposizione di materiale particolato atmosferico (ad esempio su cereali, frutta e verdure), assorbimento da suolo contaminato (ad esempio bulbi, tuberi e radici commestibili), assorbimento da acque di fiume e di mare contaminate (ad esempio pesci, molluschi e crostacei).

Sorgenti comuni di IPA negli alimenti trasformati o lavorati sono invece i trattamenti termici (cottura alla griglia, al forno e frittura) e alcuni processi di lavorazione (Chen et al., 2001; Lijinsky et al., 1967). Tra questi ultimi di estrema rilevanza sono i processi di essiccazione di matrici alimentari attraverso i fumi di combustione (ad esempio nel caso degli oli vegetali) e i processi di affumicatura con i metodi tradizionali.

Si possono quindi suddividere gli IPA provenienti da tecnologia di produzione degli alimenti in base alla loro origine, in:

- IPA di formazione "endogena": si formano sulla superficie degli alimenti a causa di trattamenti termici severi (alte temperature, tempi di cottura prolungati e vicinanza alle fonti di calore). Questi comportano una pirolisi spinta di zuccheri, grassi e proteine (Bon-

ny et al., 1983; Mottier et al., 2000). Secondo studi recenti, nei prodotti carnei grigliati, solo il diretto contatto dell'alimento con la fiamma dà rilevanti produzioni di IPA (sino a circa 200 µg/kg di BaP), mentre le braci di per sé ne emettono solo piccole quantità (1-20 µg/kg di BaP);

- IPA di formazione “esogena”: derivano dalla combustione del carburante; i gas e i fumi di combustione possono venire a contatto con l'alimento contaminandolo in superficie. È quindi importante il tipo di combustibile impiegato e le condizioni di produzione dei fumi, soprattutto nei processi di affumicatura.

La presenza di IPA negli alimenti rappresenta un rilevante problema sanitario poiché molti di essi si sono rivelati cancerogeni su animali da laboratorio ed alcuni anche sull'uomo (SCF, 2002; IARC, 1983). A tal riguardo, il più noto e comune idrocarburo policiclico aromatico con accertato effetto cancerogeno per l'uomo è il benzo[*a*]pirene (cinque anelli benzenici condensati).

La legislazione attuale prevede limiti massimi di concentrazione in alcuni classi di alimenti per il benzo(a)pirene e per la somma di quattro IPA (benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene e crisene) considerati come indicatori della tossicità totale delle complesse miscele di IPA presenti nei cibi (Commissione Europea, 2011).

Dato il possibile rischio per la salute, è necessario promuovere comportamenti e pratiche atti a ridurre l'esposizione agli IPA della popolazione. Questo riguarda sicuramente l'industria alimentare, ma anche i consumatori possono nella fattispecie svolgere un ruolo essenziale. L'adozione di piccoli e semplici accorgimenti spesso consentono una riduzione nell'ingestione degli IPA per nulla trascurabile.

Oltre, ovviamente, a sconsigliare l'abitudine al fumo, va raccomandata una cottura degli alimenti a temperatura moderata e, soprattutto, non a diretto contatto con la fiamma in modo da minimizzare la presenza di parti carbonizzate. Inoltre, si consiglia di limitare il consumo di alimenti affumicati e, dato che gli IPA sono liposolubili, anche quello di alimenti particolarmente grassi. Infine, per quanto riguarda gli alimenti di origine vegetale si raccomanda un lavaggio energico di frutta e verdure e, laddove possibile, l'eliminazione delle parti più esterne (bucce, pellicole, etc).

4.1.3 Diossine

Le polichloro-dibenzodiossine (PCDDs) e i polichloro-dibenzofurani (PCDFs) comunemente identificate con il nome di “diossine” costituiscono due gruppi di composti aromatici triciclici contenenti da 1 a 8 atomi di cloro in posizioni differenti. Dei 210 congeneri (75 PCDDs e 135 PCDFs), solo 17 rivestono interesse tossicologico, valutato attraverso una scala basata sui Fattori di Equivalenza Tossicologica sotto l'egida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO-TEF) (Van den Berg et al., 1998; 2006). Tale scala è alla base del quadro normativo armonizzato a livello europeo nel settore alimentare e mangimistico e riconosce come effetti tossici rilevabili ai più bassi livelli di esposizione, quelli sul sistema riproduttivo e immunitario. Sulla base di tali effetti non genotossici sono stati proposti i livelli guida per esposizioni alimentari nel lungo periodo: in ambito europeo si fa riferimento ad una dose tollerabile quotidiana

(TDI) di 2 pgWHO-TE/ kg peso corporeo, cumulativa per PCDDs, PCDFs e Policlorobifenili con attività diossina-simile (DL-PCBs) (SCF, 2000; 2001).

I Policlorobifenili (PCBs) costituiscono una famiglia con 209 composti. A differenza delle “diossine” che si generano involontariamente soprattutto a partire da emissioni termiche sia naturali (es. incendi di boschi) sia industriali (acciaierie, fonderie), fino agli anni ‘80 sono stati sintetizzati ed utilizzati in varie applicazioni industriali. I PCBs si dividono in 2 gruppi, in base al modo di azione: i PCBs diossina-simili (DL-PCBs), 12 congeneri con l’azione tossicologica di PCDDs e PCDFs, e i PCBs non diossina-simili (NDL-PCBs). Tra questi, 6 congeneri a differente grado di clorurazione sono stati scelti come maggiormente rappresentativi di tutta la famiglia, e recentemente normati in campo alimentare e mangimistico (EFSA, 2005b; 2005c; EFSA, 2010b; 2010c). Attualmente, in Olanda è stato proposto un valore di TDI di 10 ng/kg peso corporeo per i sei NDL-PCBs indicatori, basato sulla tossicità tiroidea.

Sia “diossine” sia PCB risultano estremamente stabili, persistenti nell’ambiente e dotati di proprietà di bio-accumulo negli organismi viventi, in cui possono raggiungere carichi corporei superiori a 3 ordini di grandezza rispetto alle concentrazioni ambientali.

Nonostante le diossine e i PCB si trovano a livelli bassi in molti alimenti, è stato dimostrato che l’esposizione prolungata a queste sostanze provoca una serie di effetti avversi sul sistema nervoso, immunitario ed endocrino, compromette la funzione riproduttiva e può anche causare il cancro. La loro persistenza e il fatto che si accumulano nella catena alimentare, in particolare nel grasso animale, continuano quindi a destare alcuni timori sulla sicurezza. Nel 2012, l’EFSA ha pubblicato una nuova relazione sui livelli di diossine e PCB in alimenti e mangimi (EFSA, 2012c). Confrontando il periodo 2008-2010 con quello 2002-2004, il rapporto rivela una generale diminuzione di almeno il 16% e fino al 79% nella popolazione, con un decremento simile per bambini piccoli e altri minori, nell’esposizione alimentare a diossine e PCB diossina-simili. Anche l’esposizione a PCB non diossina-simili, un sottoinsieme di PCB con proprietà tossicologiche diverse, è diminuita.

Il consumatore risulta esposto a PCDDs, PCDFs e PCBs attraverso la dieta, dove il consumo dei prodotti di origine animale contribuisce per più del 90% - (Fattore et al., 2006; Domingo and Bocio, 2007; EFSA, 2005c; EFSA 2012b; 2010c). La descrizione dell’esposizione a PCDDs/Fs e PCBs negli animali da reddito risale al 1956, fondamentalmente riferita ad episodi di tossicità acuta, descritti in tossicologia veterinaria (Firestone et al., 1971). Solo in seguito allo scandalo belga del 1999 (Bernard et al., 2002), con il coinvolgimento di rilevanti filiere agro-alimentari connesse all’allevamento intensivo e la conseguente globalizzazione del problema, si è provveduto a regolamentare a livello internazionale progressivamente la presenza di tali contaminanti tossico-persistenti negli alimenti e nei mangimi, unitamente allo sviluppo di specifici piani di sorveglianza, sostenuti da una rete di laboratori pubblici altamente qualificati e accreditati (Malisch and Dilara, 2007; EFSA, 2010b). La disponibilità di centinaia di dati di contaminazione riferiti all’alimento acquisiti durante i piani nazionali di monitoraggio, unitamente ai dati di consumo degli alimenti stessi, rende oggi possibile l’effettuazione di stime di esposizione alimentare nella popolazione generale, e nei gruppi sensibili, ad esempio quelli che riconoscono un maggiore consumo di pesce. Progressivamente nel tempo quindi si nota un passaggio dallo studio dei casi di intossicazione acuta negli animali, a stime di assunzione nell’uomo attraverso la dieta (Domingo et al., 2012; Cimenci et al., 2013). Tali stime di espo-

sizione alimentare costituiscono le basi per una valutazione orientata sul rischio espositivo, valutazione che dal 2016 sarà alla base dei piani di monitoraggio per la presenza di contaminanti ambientali nella filiera alimentare. Se la qualità dei mangimi è risultata fino ad ora essere il principale fattore di prevenzione della contaminazione nella filiera zootecnica intensiva (Rappe et al., 1998; Malisch, 2000; Hites, 2004; Hoogenboom et al., 2004; Huwe and Smith, 2005; Abalos et al., 2010; Hoogenboom et al., 2010), con l'affermarsi di metodi di produzione dell'alimento di origine animale basati su sistemi di allevamento estensivi/rurali e locali (filiera corta), la qualità dell'ambiente riveste una importanza strategica, nel consentire che, ad esempio, uova da galline allevate a terra, latte e carne di animali al pascolo non contengano livelli di PCDDs/Fs e/o PCBs tali da non consentire la commercializzazione e/o da determinare potenziali esposizioni alimentari nell'uomo che superano i livelli guida tossicologici sopra ricordati (Waegeneers et al., 2009; Brambilla et al., 2011; Esposito et al., 2010). Al momento i criteri di qualità ambientali per l'utilizzo agricolo/zootecnico dei suoli, sedimenti/acque, e deposizioni atmosferiche non risultano ancora normati, anche se sono stati proposti valori di riferimento in merito (VVM, 2007).

4.1.4. Radionuclidi

I radionuclidi sono nuclidi, ovvero singole specie nucleari di un particolare elemento chimico, caratterizzati da instabilità e tendenza a decadere emettendo energia sotto forma di radiazioni. L'effetto biologico è dovuto in massima parte alle proprietà ionizzanti delle radiazioni. Gli effetti delle radiazioni ionizzanti si manifestano quando si verifica una cessione di energia ai tessuti viventi. Il grado di rischio derivante dall'esposizione alle radiazioni è determinato dalla dose assorbita ed è fortemente legato al tipo di radiazione e alla diversa radiosensibilità dei vari organi e tessuti irradiati. Le radiazioni esercitano alterazioni a livello di numerose funzioni cellulari e danneggiano le molecole di DNA ed RNA. I tessuti che maggiormente risentono delle radiazioni sono quelli a rapida replicazione cellulare quali il midollo osseo emopoietico e il tessuto linfatico. Nella classificazione degli effetti delle radiazioni ionizzanti si possono distinguere gli effetti deterministici e gli effetti stocastici. I primi compaiono immediatamente dopo l'esposizione, sono dovuti ad un rapporto diretto di causa/effetto, sono caratterizzati da un effetto dose/risposta e derivano dal danno subito dai meccanismi di funzionamento cellulare. Tra questi, l'eritema, la dermatite, la leucopenia e, nei casi più gravi i fenomeni emorragici, la perdita di capelli e peli fino alla morte. Gli effetti stocastici, invece, non dipendono dalla dose assorbita e si manifestano in tempi più lunghi, con forme tumorali quali leucemie; essi sono in larga misura legati al danno subito dal DNA nucleare.

Il fattore principale che contribuisce alla dose interna efficace nell'organismo umano, a parte l'inalazione di radon, è rappresentato dal consumo di alimenti contaminati (UNSCEAR, 2010).

Complessivamente, la radioattività della catena alimentare è in calo dalla fine del 1960 e l'effetto del disastro di Chernobyl non è più rilevabile nella maggior parte delle categorie di alimenti; tuttavia, altri incidenti nucleari come quello recente di Fukushima hanno sollevato preoccupazioni per la salute pubblica e rappresentano una delle principali occasioni di contaminazione, anche alimentare. I livelli di fondo di radionuclidi negli alimenti dipendono da diversi fattori,

tra cui il tipo di alimento e l'origine geografica. La concentrazione di radionuclidi naturali varia a causa delle differenze nei livelli di base relativi a suolo, clima, condizioni agricole e la contaminazione causata dai NORM (Naturally Occurring Radioactive Material), costituiti da materiali, rifiuti industriali o sottoprodotti arricchiti con elementi radioattivi naturali come l'uranio, il torio e il potassio e qualsiasi dei loro prodotti di decadimento, come il radio e il radon. Tra i radioisotopi naturali più rilevanti in sicurezza alimentare, il Potassio-40 è di solito quello che contribuisce maggiormente alla dose interna efficace. Radioisotopi artificiali potenzialmente significativi in termini di sicurezza alimentare includono radionuclidi a vita lunga come il Cesio-137 e lo Stronzio-90, e radionuclidi a vita breve, come il Cesio-134 (D'Amato et al., 2013).

La prima via d'ingresso dei radionuclidi nella catena alimentare è la deposizione sulle parti aeree delle piante ma può essere contaminata l'intera catena alimentare, attraverso il trasferimento della contaminazione dai vegetali agli erbivori e quindi ai carnivori.

I radionuclidi a vita breve come lo Iodio-131 (emivita 8 giorni) decadono rapidamente e quindi possono essere trasferiti all'uomo solo da catene alimentari brevi e "rapide", ad esempio attraverso i vegetali o il latte fresco. La persistenza ambientale dei radionuclidi a vita lunga come il Cesio-137 (emivita 30 anni) e lo Stronzio-90 (emivita 28 anni) può invece determinare la contaminazione di prodotti alimentari di origine vegetale ed animale attraverso il continuo trasferimento dei radioisotopi dal suolo alla pianta e quindi agli animali.

La sorveglianza della radioattività ambientale in Italia è strutturata, in ottemperanza all'art. 104 del DLgs 230/95 e s.m.i. (Presidente della Repubblica 1995), sulle reti nazionali e regionali, delegate al monitoraggio della radioattività nell'ambiente, negli alimenti e bevande per consumo umano e animale e per la stima dell'esposizione della popolazione. La gestione delle reti uniche regionali è effettuata dalle singole Regioni, secondo direttive impartite dal ministero della Sanità e dal ministero dell'Ambiente.

La Commissione del Codex Alimentarius (Joint FAO/WHO Food Standards Programme) ha stabilito livelli indicativi per alcuni radionuclidi negli alimenti a seguito di una emergenza nucleare (Codex Alimentarius, 2013). Questi valori orientativi vengono applicati agli alimenti destinati al consumo umano e commercializzati a livello internazionale, che sono stati contaminati a seguito di una emergenza nucleare o radiologica. Se i livelli di radionuclidi negli alimenti non superano i corrispondenti livelli guida, il cibo deve essere considerato sicuro per il consumo umano. Quando i livelli sono superati, i governi nazionali decidono se e in quali circostanze il cibo dovrebbe essere distribuito nel loro territorio.

4.2 CONTAMINANTI DA FONTI NATURALI

4.2.1 Micotossine

Le micotossine sono contaminanti naturali prodotti dal metabolismo secondario di alcune specie di funghi parassiti che crescono e si sviluppano, sulle piante in campo o nelle derrate alimentari durante lo stoccaggio. Appartengono a questa classe numerosi composti dotati di elevata tossicità: le aflatossine, l'ocratossina A, le fusariotossine (fumonisine, zearalenone, deossinivalenolo, T2 e HT2). Tutte le materie prime di origine vegetale sono suscettibili di conta-

minazione da micotossine. In particolare, la produzione maidicola nazionale rappresenta, per le condizioni climatiche proprie delle aree di coltivazione (Pianura Padana), il prodotto più a rischio. L'esposizione dell'uomo alle micotossine può verificarsi principalmente attraverso il consumo di alimenti di origine vegetale contaminati o l'ingestione di residui o metaboliti contenuti in alimenti e bevande (latte e derivati carne insaccati) derivanti da animali alimentati con mangimi contaminati.

La presenza di micotossine nella dieta costituisce una problematica ben nota che sta con l'acquisizione di nuove evidenze epidemiologiche ampliando lo spettro di micotossine che possono raggiungere gli animali e l'uomo. E' quindi di fondamentale importanza ottenere informazioni sia in relazione alla loro presenza nei vari gruppi alimentari che sull'esposizione all'assunzione con la dieta per valutare i rischi reali da parte della popolazione.

L'Unione Europea ha emanato il Regolamento 1831/2003 (Commissione Europea, 2003) che fissa limiti massimi per la presenza negli alimenti delle micotossine di maggiore interesse scientifico. A livello nazionale è attualmente vigente la Circolare n. 10 del giugno 1999 (Ministero della Sanità, 1999), che fissa limiti massimi tollerabili per alcune delle più rilevanti micotossine, inclusa l'ocratossina A, in alcune categorie di alimenti a rischio.

Le aflatossine sono micotossine prodotte in natura da *Aspergillus spp.* e sono tra quelle maggiormente conosciute e studiate. Esse sono state associate a varie malattie sia della specie umana, sia degli animali. La produzione delle aflatossine è influenzata da determinati fattori ambientali. E' stato dimostrato che le aflatossine possiedono un potente effetto cancerogeno su animali da laboratorio e danno fenomeni di tossicità cronica ed acuta sulla specie umana.

L'ocratossina A è stata classificata dallo IARC come "possibile agente cancerogeno per l'uomo" Gruppo 2B (IARC, 1993a) L'Ocratossina A è un agente nefrotossico ed è stata ritrovata sia in forma libera che coniugata nei fluidi biologici umani. E' fortemente indiziata di costituire l'agente eziologico della cosiddetta Nefropatia Endemica Balcanica che dagli anni ottanta costituisce un reale problema di salute pubblica per i Paesi Balcani (Plestina, 1996). E' comunemente presente nella maggior parte dei prodotti alimentari con esclusione del settore orto-frutticolo ed ittico.

Anche le fumonisine, con particolare riguardo alla fumonisina B1, sono state classificate dallo IARC come "possibili agenti cancerogeni per l'uomo" Gruppo 2B (IARC, 1993b). Questi contaminanti hanno nell'ultimo decennio suscitato notevole interesse scientifico, soprattutto in quei paesi tra cui l'Italia, caratterizzati da clima umido. Le fumonisine sono presenti solo nel mais e prodotti derivati e può rappresentare un fattore di rischio per soggetti affetti da morbo celiaco in quanto forti consumatori di prodotti alternativi a quelli glutinati (Brera et al., 2014). Sperimentalmente, la esposizione alla fumonisina B1 è stata associata ad elevati livelli di colesterolo nel sangue unitamente ad importanti alterazioni immunologiche (Marasas, 1995). E' inoltre associata alla insorgenza del tumore all'esofago.

Numerosi sono gli studi condotti per stimare i livelli di esposizione con la dieta a queste sostanze, ma poichè eseguiti a livello di singolo alimento non permettono ancora di quantificare il rischio globale che può derivare dall'alimentazione.

4.2.2 Tossine algali e ittiotossine

La presenza di biotossine nei molluschi e nelle specie ittiche marine è un problema di sicurezza alimentare non adeguatamente conosciuto, che interessa particolarmente i viaggiatori che si recano a latitudini tropicali o subtropicali ma che, a causa di diversi fattori, tra i quali i cambiamenti climatici, gli scambi commerciali, le modifiche ambientali e l'esplosione di fioriture algali, ha acquisito una importanza sempre maggiore anche nei paesi del Mediterraneo.

Numerose specie di molluschi bivalvi possono essere interessati dalla contaminazione da parte di tossine prodotte da diverse specie di alghe dinoflagellate o da diatomee. Queste vengono filtrate dai molluschi che assumono e concentrano nei loro tessuti le tossine eventualmente prodotte dalle alghe. Si tratta di un complesso di tossine in grado di provocare diverse sindromi i cui nomi (Diarrhetic Shellfish Poisoning, Paralytic Shellfish Poisoning, Neurotoxic Shellfish Poisoning, Amnesic Shellfish Poisoning) si ispirano al quadro clinico prevalente o più caratteristico e che, a seconda della tossina, può essere contraddistinto da una prevalenza di sintomi gastroenterici con malessere, vomito e diarrea, ovvero da sintomi neurologici e paralitici dovuti al blocco della trasmissione neuromuscolare, o ancora da stato confusionale con perdita di memoria (Munday et al., 2013).

Altra patologia legata a tossine prodotte da specie marine è la ciguatera. Questa è causata dal consumo di pesci tropicali contaminati da diverse tossine di origine algale (dinoflagellate) assunte e concentrate nei tessuti del pesce attraverso la catena alimentare. Diverse specie di pesci quali barracuda, cernie, spigole, denitici e altri sono comunemente associati con l'avvelenamento. L'avvelenamento è raramente fatale e i sintomi includono nausea, vomito, diarrea, crampi, sudorazione eccessiva, mal di testa e dolori muscolari. E' importante sottolineare che le tossine algali sono stabili al calore e rimangono attive anche dopo la cottura dei molluschi bivalvi.

La tetratossina è un'altra tossina causa di gravi avvelenamenti, specialmente in Giappone, a causa dell'abitudine di nutrirsi delle carni (cosiddetto "fugu") di alcune specie di pesce palla nei cui tessuti si accumula tale tossina. Questa blocca la conduzione nervosa provocando paralisi, vomito, diarrea, convulsioni, blocco cardiorespiratorio (Bane et al., 2014).

Il Regolamento CE 15/2011 (Commissione Europea, 2011b), individua nel metodo chimico, l'unico metodo ufficiale per il dosaggio e l'evidenziazione delle biotossine nei molluschi.

4.2.3 Ammine biogene

Le ammine biogene sono sostanze azotate che si formano prevalentemente dalla degradazione (decarbossilazione) microbica di aminoacidi. I microrganismi coinvolti sono comunemente presenti nell'ambiente e pertanto le ammine biogene possono essere presenti in alimenti e bevande; il loro contenuto è maggiore nei cibi a rapida deperibilità e particolarmente in prodotti fermentati e ricchi di particolari amminoacidi (pesci, carni, salumi, latticini e formaggi, succhi di frutta, vino e cacao). Le amine biogene sono sostanze prodotte naturalmente e possono formarsi in conseguenza dell'attività batterica durante la trasformazione e la conservazione degli alimenti (EFSA, 2011b). Elevate concentrazione di tali amine negli alimenti

possono essere correlate a fenomeni di contaminazione microbica, di condizioni di conservazione e trattamento degli alimenti inadeguate (Anta Fernandez et al., 2001). Il consumo di alimenti contenenti quantità elevate di amine biogene può causare intossicazione e indica la necessità di un migliore processo di igiene e altri controlli. Non tutte le ammine biogene risultano significative sotto il profilo tossicologico e alcune di loro svolgono importanti funzioni fisiologiche. L'istamina sostanza prodotta a seguito della decarbossilazione dell'istidina è presente a concentrazioni variabili nell'organismo umano e agisce nell'ambito di meccanismi di risposta a fenomeni allergici e infiammatori. Gli alimenti maggiormente esposti al rischio di contaminazione risultano essere i prodotti ittici in particolare le specie ricche di istidina, un aminoacido libero che viene trasformato in istamina.

Le famiglie di pesci più a rischio in particolare sono: Scombridae (tonno, sgombero), Clupeidae (sardina, aringa, alaccia, cheppia), Engraulidae (acciuga).

L'ingestione di istamina attraverso gli alimenti può essere causa di reazioni avverse anche severe soprattutto per individui sensibili (allergie).

4.3 CONTAMINANTI DA PROCESSO

4.3.1 Acrilamide e esteri glicidici degli acidi grassi

L'acrilamide è un composto chimico che può formarsi durante il processo di cottura ad alta temperatura (frittura, cottura al forno e alla griglia) degli alimenti che contengono naturalmente un aminoacido (asparagina) e alcune tipologie di zuccheri (amido). La reazione chimica che porta alla formazione di questa molecola è nota come reazione di Maillard. Tale sostanza può essere classificata come contaminante da processo di trasformazione ed è un agente neurotossico classificato come "probabile cancerogeno" Gruppo 2A dall'Agenzia Internazionale Ricerca Cancro (IARC).

La formazione dell'acrilamide può potenzialmente interessare sia i processi di cottura afferenti alla ristorazione collettiva e l'industria alimentare sia la cottura in ambito domestico. Alcuni alimenti come caffè, prodotti fritti a base di patate, biscotti, cracker e pane croccante, pane morbido e alcuni alimenti per l'infanzia sono potenziali fonti alimentari di acrilamide.

Sulla base di studi condotti su animali, l'EFSA ha recentemente confermato che la presenza dell'acrilamide negli alimenti può potenzialmente incrementare il rischio di cancro per i consumatori di tutte le fasce d'età (EFSA, 2014b).

La Commissione Europea ha inoltre disposto la conduzione di campagne di monitoraggio presso i Paesi membri e ha fissato "valori indicativi" di acrilammide per diversi alimenti con la Raccomandazione n. 2013/647/UE (Commissione Europea, 2013), nella prospettiva di fissare successivamente limiti veri e propri.

In attesa di ulteriori evidenze scientifiche comprovanti il rischio associato all'esposizione umana all'acrilamide, le autorità europee e nazionali raccomandano di ridurre al minimo la presenza di tale contaminante nei cibi e forniscono consulenza a consumatori e produttori alimentari sulla dieta e sulla preparazione degli alimenti in particolare per quelle fasce vulnerabili di popolazioni che per ragioni sociali e/o fisiologiche possano essere particolarmente soggette

all'esposizione. In linea generale, essendo di fatto impossibile eliminare completamente l'acrilamide dalla dieta, la maggior parte dei consigli pubblici forniti ai consumatori punta ad abitudini di cottura domestica più selettive e a una maggiore varietà nella dieta.

La scelta degli ingredienti e la temperatura a cui gli alimenti vengono cucinati influenzano la quantità di acrilamide presente nei diversi tipi di cibi. Poiché i livelli di acrilamide sono direttamente correlati alla doratura di questi alimenti, una regola pratica da consigliare ai consumatori potrebbe essere: "leggera doratura, non bruciatura". Anche variare le pratiche di cottura e trovare un migliore equilibrio, ad es. bollire, cuocere a vapore, saltare in padella, oltre a friggere o arrostiti, potrebbe contribuire a ridurre l'esposizione complessiva dei consumatori. L'EFSA, in un suo opuscolo divulgativo (EFSA, 2014c), fornisce ai consumatori suggerimenti pratici:

- frittura: attenersi a temperatura e tempi consigliati per evitare eccessiva cottura, formazione di crosticine e bruciature;
- pane e prodotti a base di patate: tostare fino ad ottenere un giallo dorato e non bruno;
- conservazione: tenere le patate in frigo aumenta i livelli di zuccheri e potenzialmente quelli di acrilamide quando vengono cotte; conservarle quindi al riparo da luce e calore.

Nel 2016 l'EFSA pubblica il secondo rapporto sulle sostanze chimiche (EFSA, 2016a) che mette a disposizione una panoramica dei dati raccolti dagli Stati membri dell'UE, analizzati dall'Autorità nel 2015 e 2016 allo scopo di tenere sotto controllo e valutare i livelli di sostanze chimiche negli alimenti, con un approccio adatto al grande pubblico. Il rapporto s'incentra anche sull'esposizione del consumatore a contaminanti da processo sui quali di recente si è appuntato l'interesse pubblico: l'acrilammide negli alimenti e gli esteri glicidici degli acidi grassi e il 3-MCPD in oli vegetali e alimenti. Quest'ultimi sono sostanze a base di glicerolo presenti nell'olio di palma, ma anche in altri oli vegetali, nelle margarine e in alcuni prodotti alimentari trasformati (vedi dossier 6 linee guida per grassi alimentari). Si formano quando gli oli vegetali vengono raffinati ad alte temperature (circa 200° C). E' stata stabilita una dose giornaliera tollerabile (DGT) di 0,8 µg/kg di peso corporeo/giorno per 3-MCPD e i relativi esteri degli acidi grassi sulla base delle prove che collegano questa sostanza a un danno d'organo nei test sugli animali (EFSA, 2016b). La stima dell'esposizione media ed elevata al 3-MCPD fino ai 18 anni di età, supera la DGT e costituisce un potenziale rischio per la salute.

L'olio di palma contribuisce in maniera rilevante all'esposizione a 3-MCPD e 2-MCPD nella maggior parte dei soggetti. I livelli di 3-MCPD e dei suoi esteri degli acidi grassi negli oli vegetali sono rimasti sostanzialmente invariati negli ultimi cinque anni (note informative EFSA: <http://www.efsa.europa.eu/it/press/news/160503a>)

4.4 POSSIBILI CONTAMINANTI EMERGENTI: NANOMATERIALI

Sebbene non siano definibili tout court contaminanti, in un contesto di sicurezza chimica degli alimenti un cenno meritano i nanomateriali, che rappresentano un problema nuovo ed emergente di grande rilevanza. Sono definiti tali i componenti alimentari aventi almeno una dimensione nell'intervallo di 1-100 nanometri. I singoli costituenti di un nanomateriale, quan-

do tutte le tre dimensioni esterne sono in tale intervallo, prendono il nome di nanoparticelle. La crescente attenzione a questo tipo di agenti chimici nasce dal fatto che le minuscole dimensioni, appena al di sopra della scala atomica e delle piccole molecole e nell'intervallo dimensionale delle proteine e di molte altre biomolecole, conferiscono loro la capacità di attraversare le membrane biologiche, di fare ingresso nelle cellule e in alcuni casi di accumularsi e dare luogo a interazioni che possono assumere rilievo dal punto di vista tossicologico (Rossi et al., 2014). Essi presentano quindi proprietà differenti dalle sostanze aventi la medesima composizione chimica ma solubili, oppure formate da particelle più grandi rispetto alla dimensioni proprie della nanoscala.

La presenza di questo tipo di agenti negli alimenti può essere naturale, accidentale o risultare dall'impiego di nanomateriali prodotti dall'uomo e intenzionalmente aggiunti agli alimenti a fini tecnologici. Le interessanti proprietà conferite della nanoscala (ottiche, meccaniche, catalitiche, emulsionanti, di conferimento di particolari caratteristiche reologiche, di alterazione della consistenza, ecc.) hanno fatto emergere una grande varietà di possibili applicazioni di materiali nanostrutturati nel settore alimentare, le quali ovviamente sono attentamente valutate per i loro risvolti sulla salute dei consumatori prima di essere autorizzate, coerentemente con l'impostazione propria del sistema a garanzia della sicurezza alimentare in Europa. In questo momento l'attenzione dei ricercatori e dei valutatori del rischio è prevalentemente incentrata su alcuni materiali di tradizionale impiego alimentare, es. alcuni additivi, che sono risultati essere in proporzioni più o meno elevate in nanoforma (a causa del processo impiegato per la loro produzione) e che sono di natura inorganica e biopersistenti (Cubadda et al., 2013). In prospettiva, potrebbe acquisire sempre maggiore importanza la valutazione dell'impatto sanitario legato alla presenza accidentale, intesa come residuo di applicazioni in fasi precedenti a quella finale di trasformazione, legata all'utilizzo di nanomateriali con funzione di fitofarmaci, farmaci veterinari, additivi zootecnici, fertilizzanti nella produzione agricola e zootecnica.

4.5. KEY POINTS

I contaminanti alimentari sono sostanze che possono essere presenti in alcuni prodotti alimentari a causa di una contaminazione ambientale, in seguito a pratiche di coltivazione o di processi produttivi. Se presenti oltre certi livelli, queste sostanze possono costituire una minaccia per la salute umana. Le norme UE garantiscono che i prodotti alimentari immessi sul mercato sia sicuri e non contengano agenti inquinanti a livelli tali da comportare rischi per la salute umana.

Alcuni contaminanti si formano naturalmente, veicolati al cibo da acqua, aria, suolo o creati come sottoprodotti del processo di produzione dell'alimento stesso. Il composto chimico acrilamide, a volte trovato nelle patatine fritte, per esempio, è il risultato di pratiche di cottura. Un altro esempio sono le micotossine, in particolare le aflatossine, prodotte da funghi che possono essere trovati nelle noci.

Contaminanti ambientali

- Arsenico inorganico: presenta elevata tossicità acuta e cronica con effetti a carico di numerosi organi e sistemi (respiratorio, cardiovascolare, immunitario, genitourinario, riproduttivo, gastrointestinale, nervoso), è un potente cancerogeno umano. In Europa, gli alimenti più importanti in termini espositivi sono i prodotti a base di cereali diversi dal riso, seguiti da quelli a base di riso, l'acqua, le bevande alcoliche e gli altri alimenti di origine vegetale diversi dai cereali; per lattanti e bambini piccoli sono importanti latte e latticini. Per i gruppi di popolazione che basano la loro alimentazione sul riso (es. alcuni gruppi etnici) e i forti consumatori di prodotti a base di alghe, l'esposizione può essere nettamente più elevata.
- Cadmio: è cancerogeno e nefrotossico, provoca demineralizzazione ossea, verosimilmente sia mediante azione diretta sul tessuto osseo sia indirettamente a seguito del danno renale, con effetti sul metabolismo del calcio e della vitamina D che, in relazione all'esposizione intercorsa, possono esitare in osteoporosi e osteomalacia. Gli alimenti che contribuiscono di più all'esposizione al cadmio sono quelli alla base della dieta: cereali e prodotti derivati, altri alimenti di origine vegetale (inclusi legumi e patate), carne e prodotti carnei. I vegetariani, i consumatori regolari di molluschi bivalvi e di funghi selvatici presentano livelli espositivi più elevati rispetto alla media della popolazione.
- Piombo: è uno dei contaminanti tenuti sotto controllo a livello internazionale in ragione della sua elevata tossicità potenziale e della sua ampia diffusione; è stabilmente incluso in tutti i programmi nazionali volti a monitorare i livelli di contaminazione. E' un probabile cancerogeno, la sua attività tossica si esplica con particolare gravità a carico del sistema ematopoietico provocando anemia, del sistema nervoso centrale provocando encefalopatie e periferico con una riduzione nella velocità di conduzione degli impulsi nervosi. Gli alimenti che contribuiscono di più all'esposizione al piombo sono i cereali e prodotti derivati, altri alimenti di origine vegetale (in particolare vegetali a foglia e patate) e l'acqua potabile. Per i bambini, oltre le fonti alimentari, il rischio può derivare anche dalla polvere, dall'aria e dal suolo.
- Mercurio: è la specie organica, ovvero il metilmercurio, ad essere la più tossica. L'effetto critico più importante del metilmercurio è la neurotossicità, in particolare il danno a carico dello sviluppo neurologico del feto, anche se altri effetti avversi sono verosimili, in particolare a carico dell'apparato cardiovascolare. Si assume che generalmente oltre il 90% del mercurio totale nel pesce e oltre il 70% nei molluschi e nei crostacei è presente sotto forma di metilmercurio. Per massimizzare i benefici nutrizionali connessi al consumo di pesce e limitare l'assunzione di metilmercurio, specialmente da parte delle donne in età fertile e in particolare dalle gestanti, il consumo di grandi predatori (pesce spada, squali, tonno) dovrebbe essere sostituito con quello di altri pesci che presentano concentrazioni meno elevate di metilmercurio.
- Nichel: i rischi per la popolazione generale legati all'alimentazione non sembrano risiedere tanto nella tossicità chimica quanto nella sua capacità di provocare reazioni allergiche in pazienti già sensibilizzati per via dermica. Questi soggetti devono evitare l'ingestione di alimenti di origine vegetale ricchi in nichel, quali cacao, cioccolato, semi di soia, legumi, farina d'avena, nocciole, mandorle e altra frutta secca. Un'altra importante misura di prevenzione

è evitare il consumo di acqua di rubinetto che abbia avuto una lunga permanenza nelle tubazioni, che in alcune circostanze può raggiungere concentrazioni di nichel particolarmente elevate.

- **IPA:** gli Idrocarburi Policiclici Aromatici presenti nell'ambiente provengono da numerose fonti: traffico autoveicolare, dal catrame, dal fumo delle sigarette, dalla superficie di alimenti affumicati, dal fumo esalato da processi di combustione. Il più noto e comune idrocarburo policiclico aromatico con accertato effetto cancerogeno per l'uomo è il benzo[*a*]pirene. Gli IPA si formano sulla superficie degli alimenti a causa di trattamenti termici severi. Recenti studi hanno dimostrato che nei prodotti carnei grigliati, solo il diretto contatto dell'alimento con la fiamma dà rilevanti produzioni di IPA, mentre le braci di per sé ne emettono solo piccole quantità. Per ridurre i livelli di ingestione, va raccomandata una cottura degli alimenti a temperatura moderata e, soprattutto, non a diretto contatto con la fiamma in modo da minimizzare la presenza di parti carbonizzate. Inoltre, si consiglia di limitare il consumo di alimenti affumicati e, dato che gli IPA sono liposolubili, anche quello di alimenti particolarmente grassi. Per gli alimenti di origine vegetale si raccomanda un lavaggio energico di frutta e verdure e, laddove possibile, l'eliminazione delle parti più esterne.
- **Radionuclidi:** sono naturalmente presenti nell'ambiente, nel nostro corpo negli alimenti e nell'acqua. Quando grandi quantità di radionuclidi vengono rilasciati nell'ambiente (es.: incidenti nucleari) possono rientrare nella catena alimentare a causa del deposito sulla superficie degli alimenti stessi, come può avvenire per frutta e verdura, oppure per accumulo nelle acque e nel suolo. La radioattività della catena alimentare è in calo dalla fine del 1960 e l'effetto del disastro di Chernobyl non è più rilevabile nella maggior parte delle categorie di alimenti; tuttavia, altri incidenti nucleari come quello recente di Fukushima hanno sollevato preoccupazioni per la salute pubblica e rappresentano una delle principali occasioni di contaminazione, anche alimentare. Quando la presenza di queste sostanze negli alimenti superano i limiti guida stabiliti, i governi nazionali decidono se e in quali circostanze dovrebbero essere distribuiti sul territorio.
- **Diossine:** si formano per combustione, per es. attraverso incenerimento dei rifiuti o incendi boschivi nonché attraverso alcuni processi industriali come impurità indesiderate. A differenza delle diossine che si generano involontariamente, i PCB avevano un uso diffuso in numerose applicazioni industriali e furono massicciamente prodotti per diversi decenni fino a che non furono banditi nella maggior parte dei Paesi negli anni '80. La loro presenza nell'ambiente è diminuita a partire dagli anni '70 in seguito agli sforzi congiunti da parte di pubbliche autorità e industria. La capacità delle diossine di indurre effetti tossici anche a livelli di esposizioni molto basse, dà a tali sostanze grande rilevanza sanitaria.

Contaminanti da fonti naturali

- **Micotossine:** Le micotossine sono composti tossici prodotti da diversi tipi di funghi, appartenenti principalmente ai generi *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. In particolari condizioni ambientali, quando la temperatura e l'umidità sono favorevoli, questi funghi proliferano e possono produrre micotossine. Generalmente entrano nella filiera alimentare attraverso

colture contaminate destinate alla produzione di alimenti e mangimi, principalmente di cereali. Le aflatossine sono micotossine prodotte in natura da *Aspergillus* spp. e sono tra quelle maggiormente conosciute e studiate, possono essere presenti in prodotti alimentari, quali arachidi, frutta a guscio, granoturco, riso, fichi e altra frutta secca, spezie, oli vegetali grezzi e semi di cacao, a seguito di contaminazioni fungine avvenute prima e dopo la raccolta. L'aflatossina B1 è la più diffusa nei prodotti alimentari ed è una delle più potenti dal punto di vista genotossico e cancerogeno. L'Unione europea ha introdotto misure, volte a ridurre al minimo la presenza di aflatossine, e micotossine in generale, in diversi prodotti alimentari, stabilendo i livelli massimi di presenza. I prodotti che superano i livelli massimi consentiti non possono essere immessi sul mercato dell'UE.

- Tossine algali e ittiotossine: il livello di attenzione delle Autorità sanitarie e ambientali sulle problematiche connesse alla presenza di tossine di origine algale nei frutti di mare è cresciuto enormemente in questi ultimi anni a seguito dell'evidenza dei danni che questi composti tossici possono provocare alla salute dei consumatori, alla molluschicoltura, alla pesca, agli ecosistemi marini. Il rischio deriva dalla possibilità di intossicazione conseguente al consumo di molluschi bivalvi filtratori contenenti tossine algali. E' importante sottolineare che le tossine algali sono stabili al calore e rimangono attive anche dopo la cottura dei molluschi bivalvi. Le intossicazioni da tossine marine costituiscono infatti in molte aree del mondo un rilevante problema di sanità pubblica, oltre che una importante causa di perdite economiche per le imprese del settore ittico e della molluschicoltura in particolare. Il riscontro di queste tossine nei molluschi bivalvi oltre i limiti stabiliti dalla normativa vigente comporta, infatti, il divieto di raccolta e di commercializzazione dei prodotti interessati dalla contaminazione per ovvi motivi di tutela della salute pubblica.
- Ammine biogene: rappresentano una classe di sostanze non nutritive che possono provocare intossicazioni alimentari (nausea, vomito, shock). Particolarmente ricchi di ammine sono gli alimenti e le bevande ottenute mediante processo fermentativo (formaggi, vino e birra) e le specie ittiche appartenenti alla famiglia degli sgombroidi (ad es. tonni, sgombri, pesce blu ecc...), in relazione soprattutto al loro cattivo stato di conservazione.

Contaminanti da processo

- Acrilamide: è un composto chimico che si forma nei cibi che contengono amido quando vengono cotti al forno, fritti o arrostiti ad alte temperature. Negli alimenti si trova principalmente nel caffè, patatine/patate fritte a bastoncino, pane fresco/pane croccante, biscotti, torte, fette biscottate. Gli scienziati sono giunti alla conclusione che l'acrilamide negli alimenti può accrescere il rischio di cancro nei consumatori di ogni età. Tuttavia è praticamente impossibile da eliminare negli alimenti amidacei cotti; quello che si può fare è tentare di ridurre i quantitativi grazie ad una cottura più attenta e variata; una regola pratica è 'leggera doratura, non bruciatura'.
- Esteri glicidici degli acidi grassi: sostanze a base di glicerolo presenti nell'olio di palma, ma anche in altri oli vegetali, nelle margarine e in alcuni prodotti alimentari trasformati. Si formano durante le lavorazioni alimentari, in particolare quando gli oli vegetali vengono raffi-

nati ad alte temperature (circa 200° C) e costituiscono un potenziale problema di salute (sostanze genotossiche e cancerogene) per tutte le fasce d'età più giovani e mediamente esposte, nonché per i consumatori di tutte le età con esposizione elevata.

Possibili contaminanti emergenti

- *Nanomateriali*: sebbene non siano definibili tout court contaminanti, in un contesto di sicurezza chimica degli alimenti un cenno meritano i nanomateriali, che rappresentano un problema nuovo ed emergente di grande rilevanza. La nanotecnologia è un campo delle scienze e delle tecnologie applicate che concerne il controllo della materia su scala atomica e molecolare, normalmente al di sotto di 100 nanometri. La presenza di questo tipo di agenti negli alimenti può essere naturale, accidentale o risultare dall'impiego di nanomateriali prodotti dall'uomo e intenzionalmente aggiunti agli alimenti a fini tecnologici.. I nanomateriali possono manifestare proprietà fisico-chimiche diverse rispetto alle identiche sostanze su scala normale, ad esempio una maggiore reattività chimica dovuta a una più ampia superficie. In futuro i prodotti della nanotecnologia potrebbero avere un effetto considerevole sul settore alimentare e mangimistico, è tuttavia necessario analizzare le proprietà e le caratteristiche specifiche dei nanomateriali in vista di potenziali rischi per la salute.

5. RISCHI LEGATI ALLE SOSTANZE CHIMICHE CHE RESIDUANO NEGLI ALIMENTI E NELLE BEVANDE

PREMESSA

Appartengono a questo gruppo sostanze utili alle pratiche agricole (es. fitofarmaci) e zootecniche, nonché derivanti dal confezionamento degli alimenti.

Alla categoria dei fitofarmaci appartengono numerose sostanze chimiche, con caratteristiche chimico-fisiche e di efficacia anche molto diverse fra loro. Vengono utilizzate con lo scopo di favorire lo sviluppo delle piante sia mediante una attività diretta, sia in modo indiretto combattendo i parassiti (virus, batteri, parassiti vegetali e/o animali), animali invertebrati e/o vertebrati ed anche le piante infestanti.

Per autorizzare o mantenere l'autorizzazione di ogni fitofarmaco deve essere disponibile una documentazione scientifica che ne dimostri l'efficacia, la sicurezza per le piante e l'ambiente e, soprattutto, l'assenza di pericoli significativi per l'uomo.

L'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) è incaricata di esaminare tale documentazione scientifica e di emettere un parere che viene recepito dalla Unione Europea (UE) per essere trasformato in un Regolamento con cui vengono definite le modalità di impiego pratico.

L'UE ha svolto una intensa attività di valutazione dei diversi fitofarmaci ed ha prodotto una cospicua legislazione. L'ultimo Regolamento CE è il n° 1107/2009 (Parlamento Europeo, 2009) che definisce le modalità di impiego dei fitofarmaci. L'EFSA sta continuando nella revisione della valutazione scientifica dei vari principi attivi che consentirà di modificare il Regolamento al fine di migliorare il livello di sicurezza per i consumatori.

Per accertare l'effettiva applicazione del Regolamento, l'UE organizza ogni anno un piano di controllo dei residui che ogni stato membro deve attuare.

I risultati disponibili dimostrano che gli alimenti di origine vegetale in commercio nel territorio della UE sono nella quasi totalità conformi alle norme previste dalla stessa UE.

Gli alimenti di origine animale vengono prodotti da diverse specie che vanno dalle api che producono il miele, ai ruminanti che producono carne e latte, dai volatili produttori di carne e uova ai suini che producono la carne. Le capacità produttive degli animali sono vincolate dalle condizioni igieniche degli allevamenti, dalla qualità della loro alimentazione, ed anche, e soprattutto, alle condizioni di salute e di benessere in cui vengono a trovarsi.

I principali problemi di salute sono legati alle malattie infettive che possono compromet-

tere le capacità produttive e, nel caso delle zoonosi, possono anche creare problemi di salute all'uomo.

Meno importanti sono le malattie metaboliche che difficilmente si manifestano nella breve vita degli animali da allevamento.

Riguardo alle malattie infettive alcune di esse possono essere prevenute con trattamenti vaccinali. Altre invece debbono essere trattate con farmaci in grado di eliminare gli agenti microbici responsabili delle malattie.

Un altro pericolo è rappresentato dalla induzione di farmaco resistenza microbica; i microrganismi farmaco resistenti possono provocare malattie infettive la cui cura può risultare difficoltosa.

Il Decreto Legislativo n°108 del 25 gennaio 1992 (e successive modifiche) (Presidente Della Repubblica, 1992) che recepisce disposizioni comunitarie, fissa le norme generali cui devono soddisfare tutti i materiali ed oggetti destinati a venire a contatto con gli alimenti. Ciò al fine di tutelare il consumatore da eventuali cessioni di sostanze nocive dai materiali ed oggetti all'alimento. I provvedimenti in questione vietano infatti lungo tutta la filiera (imprese produttrici, imprese utilizzatrici e vendita al consumatore finale) che i materiali ed oggetti destinati a venire a contatto con le sostanze alimentari o con l'acqua destinata al consumo umano "rendano nocive le sostanze alimentari o pericolose per la salute pubblica". Inoltre il Decreto Legislativo 108/92 (e successive modifiche) fissa, per i materiali ed oggetti in questione, le regole di etichettatura e stabilisce che siano indicate le sostanze che possono essere utilizzate nella loro produzione e, dove occorrono, i requisiti di purezza e le prove di cessione alle quali i materiali ed oggetti stessi debbono essere sottoposti per determinare l'idoneità d'uso cui sono destinati.

5.1 FITOFARMACI

Le colture vegetali sono sensibili alle condizioni ambientali in cui sono coltivate. Il loro sviluppo è dipendente dalla composizione del terreno, dalla disponibilità di acqua, dalla presenza o meno di nemici "naturali" quali virus, batteri, parassiti, animali invertebrati, animali vertebrati e piante infestanti.

La concimazione con il letame è stata da sempre la principale tecnica di fertilizzazione del terreno. Da circa un secolo è stata affiancata o anche sostituita dai concimi chimici a base di sali minerali e di composti azotati.

Più complessa ed ampia è la disponibilità di mezzi chimici per combattere i tanti esseri viventi in grado di contrastare lo sviluppo e la produttività dei vegetali. Si tratta di prodotti che agiscono con meccanismi di azione anche molto diversi tra loro e che hanno come obiettivo quello di eliminare i "competitori".

Oltre che aumentare la produttività si ottengono anche importanti vantaggi qualitativi in quanto la frutta e la verdura hanno un aspetto migliore e sono esenti da parassiti che li renderebbero inaccettabili da parte della maggioranza dei consumatori.

La conservazione ed il trasporto rendono vulnerabili gli alimenti di origine vegetale agli attacchi di altri agenti nocivi quali funghi, parassiti e roditori. Per proteggere le derrate alimen-

tari si impiegano altre sostanze chimiche anche diverse da quelle che si impiegano durante la coltivazione.

In ogni caso l'esposizione alle diverse sostanze chimiche comporta la possibilità della presenza di residui negli alimenti la cui entità può variare in funzione della dose, delle modalità e del tempo di esposizione, dalla stabilità della sostanza chimica, dell'intervallo tra l'esposizione ed il consumo del singolo alimento.

Ovviamente il livello dei residui è inevitabilmente più alto per quelle sostanze che vengono utilizzate per la conservazione dei prodotti già raccolti come, ad esempio, gli antifungini impiegati negli agrumi.

La pericolosità dei residui è strettamente correlata alla dose ed alle caratteristiche tossicologiche delle singole sostanze, e proprio sulla base di questi parametri vengono definite le modalità con cui le diverse sostanze possono essere impiegate in agricoltura.

5.1.1 Stato dell'arte

L'utilizzazione dei fitofarmaci in agricoltura ha subito un processo evolutivo nel corso degli anni. Ad una prima fase che potremmo definire "sperimentale" con regole non ben definite, seguirono le prime norme di legge autorizzative.

I criteri con cui veniva concesso l'impiego ad utilizzare i fitofarmaci derivavano dalle conoscenze scientifiche allora disponibili ed in particolare l'efficacia nel combattere gli agenti "nocivi" e/o nel favorire la produzione delle piante. Per quanto riguarda la "sicurezza" il parametro determinante era la tossicità acuta che era particolarmente importante per la salute dei lavoratori e/o delle popolazioni che potevano essere esposte direttamente alle varie sostanze. Non bisogna infatti dimenticare che intere piantagioni venivano irrorate con l'ausilio di aerei senza risparmiare le persone che vivevano nelle stesse zone.

Il parametro della tossicità acuta ha però uno scarso significato al fine di definire i pericoli che possono derivare dalla presenza di residui.

La presenza di residui di alcuni insetticidi negli alimenti può anche dipendere da trattamenti ambientali effettuati per eliminare insetti nocivi o potenziali trasmettitori di malattie. In passato in diverse parti del mondo ed anche in Italia, vennero condotte imponenti campagne contro le zanzare per prevenire e combattere la diffusione della malaria, utilizzando grandi quantità di DDT. Come tutte le sostanze organoclorurate il DDT è molto stabile ed il suo largo impiego ne ha permesso la diffusione in tutto il mondo tanto da raggiungere anche i poli ed i ghiacciai perenni.

Non è facile stabilire con precisione l'entità dei danni provocati dal DDT, ma è certo che i suoi residui e quelli dei suoi derivati si trovano ancora negli alimenti e nelle acque.

Per evitare il protrarsi dei danni la Comunità Europea già nel 1979 ha emanato la Direttiva 79/117 (Consiglio delle Comunità Europee, 1979) con la quale è stato proibito l'impiego in agricoltura delle sostanze ritenute più pericolose ed in particolare i cloroderivati organici tra cui il DDT.

Procedure di autorizzazione per l'impiego dei fitofarmaci

Con il progredire delle conoscenze scientifiche, ma anche e soprattutto, delle evidenze epidemiologiche ci si rese conto ben presto della necessità di disporre di informazioni più approfondite riguardanti i meccanismi di azione, gli effetti sull'ambiente, la tossicità a lungo termine inclusa la cancerogenesi, la teratogenesi, la farmacocinetica nelle piante. Di particolare importanza sono le informazioni relative alla possibilità della presenza di residui negli alimenti ed anche metodi di analisi adeguati per la loro determinazione.

Le procedure per autorizzare l'impiego dei fitofarmaci nell'Unione Europea sono molto complesse ed articolate. Le aziende che intendono mettere in commercio un fitofarmaco debbono presentare alla Commissione una domanda corredata di una documentazione scientifica contenente le informazioni sulla sua efficacia e sicurezza.

Dopo un primo esame di carattere formale, la Commissione trasferisce la documentazione all'EFSA con la richiesta di formulare un parere (EFSA, 2014a).

Il gruppo esperti scientifici sui prodotti fitosanitari e i loro residui (PPR) dell'EFSA, dopo aver esaminato la documentazione, rilascia un parere circostanziato con cui generalmente indica le modalità di impiego (durata dei trattamenti, piante sulle quali è possibile l'impiego, eventuali tempi di sospensione ed anche indicazioni sui Livelli Massimi di Residui).

Sulla base del parere dell'EFSA, la Commissione predispone una bozza di Regolamento che viene sottoposto all'esame di un Comitato di Esperti in cui sono rappresentati tutti i Paesi della UE. In alcuni casi sono consultati anche il Consiglio ed il Parlamento Europeo.

Al termine della procedura, se tutti i pareri sono favorevoli, viene emanato un Regolamento che autorizza l'impiego del fitofarmaco a precise condizioni. In particolare sono indicate le piante che possono essere trattate, il periodo vegetativo, le quantità da somministrare e soprattutto i "tempi di sospensione", ovvero l'intervallo di tempo che deve passare tra il trattamento e la raccolta dei frutti.

Le procedure sopra indicate hanno portato alla produzione di una copiosa legislazione comunitaria a partire dal 1991 quando venne pubblicata la Direttiva 91/414/CEE (Consiglio delle Comunità Europee, 1991). Tale Direttiva è stata sostituita con il Regolamento (CE) 1107/2009 (Parlamento Europeo, 2009) che tiene conto delle esigenze della produzione agricola, ma soprattutto del rispetto della sicurezza dei cittadini. Strettamente connessi questo Regolamento sono i provvedimenti emanati in materia di residui ed in particolare il Regolamento (CE) 396/2005 (Parlamento Europeo, 2005) cui sono seguiti i Regolamenti 149/2008 e 260/2008 (Commissione Europea, 2008a; 2008b) che definiscono i Limiti Massimi di Residui (LMR) dei diversi fitofarmaci. I consumatori sono esposti ai pesticidi in quanto essi possono essere presenti in piccole quantità sui raccolti. Tali quantità vengono definite residui di pesticidi. Gli LMR rappresentano i livelli superiori di residui di pesticidi tollerabili a norma di legge negli alimenti o nei mangimi. Tali livelli devono essere sicuri per tutti i consumatori e vengono mantenuti quanto più possibile bassi per proteggere i soggetti più vulnerabili, come i bambini. Gli LMR vengono determinati sulla base delle buone pratiche agricole e corrispondono pertanto alla quantità minima di pesticida indispensabile per garantire la protezione delle colture. Tali livelli sono costantemente monitorati e, nell'eventualità in cui emergano nuovi dati indicanti un potenziale rischio, possono essere ridotti per diminuire l'esposizione degli operatori, dei consumatori e/o dell'ambiente (EFSA, 2014a).

L'EFSA, oltre che valutare i nuovi fitofarmaci di cui viene richiesta l'autorizzazione all'impiego, ha avviato una attività di revisione dei fitofarmaci già in commercio alla luce delle informazioni scientifiche più aggiornate. Il lavoro in corso potrebbe portare alla definizione di nuovi LMR e quindi anche di rivedere le modalità di impiego di alcuni o molti fitofarmaci (EFSA, 2014a).

Il controllo ufficiale sui residui dei prodotti fitosanitari negli alimenti

Il problema del controllo di un corretto impiego dei fitofarmaci e della necessità di assicurare la salubrità degli alimenti di origine vegetale, è stato affrontato a livello comunitario con la Direttiva 90/642 CEE (Consiglio delle Comunità Europee, 1990), con la quale sono stati istituiti i Piani nazionali di controllo. Sostanzialmente ogni Paese deve effettuare un numero predefinito di controlli casuali e rappresentativi della quantità degli alimenti vegetali prodotti ed anche dei fitofarmaci utilizzati. Il nostro Paese ha recepito la Direttiva 90/642 con il Decreto del Ministero della Sanità del 23/12/1992 (1992). Annualmente viene pubblicato un rapporto sui risultati ottenuti che è disponibile sul sito del Ministero della Salute. L'ultima pubblicazione riguarda i dati sul controllo dei residui di prodotti fitosanitari negli alimenti - anno 2012 (Ministero della Salute, 2014a). Sono stati analizzati complessivamente 8294 di campioni di frutta, ortaggi, cereali, olio, vino, alimenti per l'infanzia e altri prodotti per verificare la presenza di residui di prodotti fitosanitari. Di questi soltanto 33 sono risultati superiori ai limiti massimi consentiti dalla normativa vigente, con una percentuale di irregolarità molto contenuta, pari all'0,5%. Gli alimenti per l'infanzia o i prodotti trasformati, le spezie, le farine, ed altri, sono stati campionati anche se non previsti tra gli alimenti del piano nazionale proprio al fine di garantire una maggiore tutela non solo dei consumatori ma anche delle fasce più vulnerabili, quali i bambini e i vegetariani. Inoltre i risultati complessivi nazionali, indicano un elevato livello di protezione del consumatore con una media di superamenti dei limiti massimi di residui allo 0,4 %, ben al di sotto della media europea (1,6%) (Figura 1).

Molto importanti, inoltre, sono le misure “gestionali” dei fitofarmaci a livello territoriale che ricadono sotto la responsabilità delle Autorità locali incaricate di vigilare sulle modalità di vendita dei fitofarmaci, sui criteri con cui fare i trattamenti in campo e, soprattutto sono incaricati dei controlli dei residui eventualmente presenti negli alimenti di origine vegetale, indipendentemente dai Piani nazionali. Si tratta di un'attività capillare che consente di prevenire le irregolarità o gli abusi nell'impiego dei fitofarmaci.

A livello europeo, gli Stati membri devono svolgere controlli ufficiali sui residui di pesticidi per garantire il rispetto dei livelli massimi di residui. I risultati dei controlli devono essere comunicati alla Commissione, agli altri Stati membri e all'EFSA.

L'EFSA pubblica una relazione annuale sui residui di pesticidi nell'UE basata sulle informazioni derivanti dal monitoraggio dei residui di pesticidi negli alimenti trasmesse dai 27 Stati membri dell'UE e da due Paesi dell'EFTA (European Free Trade Association), Islanda e Norvegia (EFSA, 2014b). Il programma dell'UE per il monitoraggio degli LMR è uno dei programmi di indagine alimentare più completi del mondo e considera oltre 60000 campioni di alimenti che vengono analizzati per rilevare fino a 800 diversi pesticidi. Gli Stati membri riferiscono più di 15 milioni di riscontri di residui di pesticidi su base annuale. La relazione valuta anche l'esposizione dei consumatori europei ai residui di pesticidi attraverso l'alimentazione.

L'ultimo rapporto di monitoraggio pubblicato dall'EFSA evidenzia che più del 97% dei campioni di prodotti alimentari raccolti in tutta l'UE nel 2015 soddisfaceva i limiti di legge, e poco più del 53% era privo di residui quantificabili. Le cifre sono in linea con quelle registrate nel 2014 (EFSA, 2017a).

Inoltre, l'EFSA ha elaborato la prima metodologia armonizzata per valutare i rischi derivanti dall'esposizione ai pesticidi per operatori, lavoratori, residenti e astanti. Le linee guida definiscono un approccio comune per il calcolo dell'esposizione ai pesticidi per via non alimentare per questi importanti gruppi della popolazione (EFSA, 2014c).

L'esposizione alimentare dei consumatori ai residui di fitofarmaci

Nella valutazione dell'esposizione acuta o a breve termine viene stimato l'assorbimento di residui di antiparassitari attraverso il cibo consumato entro un breve periodo di tempo, di solito entro un pasto o una giornata. La valutazione dell'esposizione cronica ha lo scopo di quantificare l'assunzione di pesticidi da parte dei consumatori per un lungo periodo e prevedere, quindi, l'esposizione durante tutta la vita. Un confronto tra l'esposizione alimentare cronica e acuta con i relativi valori di riferimento tossicologici a lungo e breve termine (cioè la dose giornaliera accettabile (DGA) e la dose acuta di riferimento (ARfD), rispettivamente, indica se i consumatori sono esposti a residui di pesticidi che possono rappresentare un rischio per la salute (EFSA, 2007). Se l'esposizione alimentare è inferiore o uguale ai valori di riferimento tossicologici il rischio per la salute del consumatore può essere escluso con un elevato grado di certezza. Tuttavia, se l'esposizione alimentare supera la dose acuta o cronica di riferimento, potrebbero verificarsi effetti sulla salute dei consumatori e di conseguenza devono essere considerati opzioni appropriate di gestione dei rischi, ad esempio, il ritiro dei prodotti alimentari dal mercato che sono stati identificati o restrizioni per quanto riguarda l'uso di alcuni pesticidi (FAO, 2009).

La **valutazione dell'esposizione acuta** (a breve termine) dei consumatori è stata effettuata per **136 pesticidi** che rientrano nel programma 2011 UE-coordinato, considerati rilevanti ai fini della valutazione del rischio acuto, e focalizzata su **11 prodotti alimentari** non trasformati (frutta e verdura, carne di pollo, fegato di varie specie animali, riso). Per 24 di questi pesticidi, l'esposizione derivante dai prodotti alimentari interessati è risultata essere trascurabile in quanto i loro residui non sono stati rilevati in concentrazioni quantificabili (EFSA, 2014b). Per 79 dei pesticidi, le concentrazioni dei residui misurati non hanno rappresentato un potenziale problema per la salute. Per 31 pesticidi è stato identificato almeno un campione che conteneva residui in concentrazioni che potevano rappresentare un rischio per la salute dei consumatori. Il maggior numero di campioni che hanno superato la soglia tossicologica sono stati i seguenti: per le pere/ditiocarbammati (93 campioni), per le pere/imazalil (43 campioni) e arance/imazalil (18 campioni). Tra questi, nessun campione derivava da agricoltura biologica (EFSA, 2014b).

L'**esposizione alimentare a lungo termine** (cronica) è stata valutata per **171 sostanze** per le quali i valori di riferimento tossicologici erano disponibili e sulla base dei risultati di residui per i **28 alimenti** più rilevanti nella dieta umana (frutta e verdura, cereali, carne di pollo e maiale, latte e derivati, uova, frattaglie) riscontrati tali in 3 anni di programmi di controllo comunitari.

Per 11 pesticidi sono stati riportati residui quantificabili ma l'esposizione a lungo termine dei consumatori è risultata essere trascurabile. Per due pesticidi (dieldrin e eptacloro) l'esposizione calcolata supera la DGA. In entrambi i casi, il latte è stato identificato come la principale fonte

all'esposizione complessiva. Nessuna delle due sostanze sono attualmente autorizzate per l'uso come pesticida, ma a causa dell'uso fatto nel passato, dell'alta persistenza delle molecole e della loro capacità di bio-accumulo, sono ancora presenti nella catena alimentare (EFSA, 2014b).

Nel complesso, per 164 delle sostanze (92% delle sostanze studiate) l'esposizione alimentare da residui stimata è risultata essere trascurabile o rappresentava meno del 20% della DGA.

Alimenti biologici e residui di fitofarmaci

Un accenno deve essere fatto anche all'agricoltura biologica (per approfondimenti si rimanda al dossier 'frutta e verdura') di cui è ampiamente diffusa l'opinione che non faccia ricorso a fitofarmaci. In realtà ne esiste una lista di quelli utilizzabili (Commissione delle Comunità Europee, 2008) che include diversi piretroidi, sali ed oli minerali, oltre che estratti di vegetali e microrganismi in grado di favorire lo sviluppo delle piante coltivate con la finalità di produrre alimenti e di combattere i parassiti. Si tratta di sostanze di moderata tossicità e gli eventuali residui sono considerati privi di pericoli significativi per i consumatori.

Dal rapporto dell'EFSA in merito ai residui di fitofarmaci negli alimenti (EFSA, 2014b), nel 2011 sono stati analizzati un totale di 4.117 campioni di origine biologica (5.8 % di tutti i campioni) provenienti da tutti gli Stati membri (eccetto Bulgaria, Ungheria, Islanda). La Figura 2 mostra il confronto dei risultati tra la produzione biologica e quella convenzionale.

Per tutti i gruppi alimentari presentati in Figura 2, il livello più basso di superamento degli LMR sono stati segnalati per i prodotti biologici. Per la frutta, i livelli di superamento per i prodotti biologici e convenzionali sono stati pari allo 0,5% e 2,2% rispettivamente; per le verdure, sono stati osservati i livelli di superamento dello 0,5% e del 3,7% per prodotti biologici e convenzionali, rispettivamente. Complessivamente, lo 0,5% dei campioni biologici conteneva concentrazioni di residui superiori al limite di legge, mentre per i prodotti convenzionali, il tasso di superamento degli LMR è stato del 2,6%. Tra i pesticidi più frequentemente riscontrati, uno è permesso dalla legislazione (spinosad), altri sono riconducibili a contaminazione ambientale (es. esaclorobenzene e DDT) o sono sostanze naturalmente presenti (ioni di bromuro e ditiocarbammati).

5.1.2 I pro e contro nell'utilizzo dei fitofarmaci

La produzione di alimenti di origine vegetale è dipendente non soltanto dalle condizioni ambientali (clima, stagione, umidità, temperatura, ecc.), ma anche dalla presenza di diversi "parassiti" microbici, vegetali e animali.

Questi "parassiti" possono compromettere lo sviluppo delle piante, ma anche la qualità e la sicurezza degli alimenti che si ottengono. Ad esempio la qualità può essere alterata dalla presenza di larve di insetti all'interno dei frutti e la sicurezza dallo sviluppo di funghi che producono micotossine.

Sono note molte malattie che distruggono intere piantagioni mettendo in crisi l'economia di intere regioni con ripercussioni negative anche sui mercati. Le ricorrenti malattie delle piante di cacao o di caffè si ripercuotono sui costi al consumo dei dolci al cioccolato o sulla tazzina dell'espresso. La recente malattia batterica degli olivi sta provocando serie conseguenze sulla

produzione dell'olio prodotto in Italia e non è escluso che tale situazione comporti la necessità di incrementare le importazioni di olio di oliva.

I fitofarmaci sono indubbiamente un efficace mezzo di prevenzione e di difesa nelle diverse condizioni di difficoltà in cui possono trovarsi le produzioni vegetali; inoltre garantiscono una ottima qualità dei prodotti e spesso anche una migliore conservabilità.

Il maggiore pericolo, almeno percepito dai consumatori, è quello della presenza di residui nei prodotti che finiscono sulla tavola. Il problema esiste in quanto il trattamento con fitofarmaci ne comporta inevitabilmente la presenza anche se le norme che ne regolamentano l'impiego riescono a minimizzare i rischi. Un ruolo fondamentale è quello svolto dai produttori che debbono utilizzare i fitofarmaci adottando le misure indicate per ogni specifico prodotto. A garanzia della sicurezza esistono anche i controlli. Oltre al "piano residui" annuale, esistono i controlli svolti dalle Autorità Pubbliche sia nei luoghi di produzione che anche nelle fasi di commercializzazione. Un controllo importante è quello che avviene presso i mercati generali dove generalmente transitano gli alimenti di origine vegetale.

La grande distribuzione spesso si approvvigiona direttamente dai produttori. In questi casi impone dei disciplinari di produzione che garantiscono l'assenza di pericoli per i consumatori.

Esistono pericoli che alle volte sono sottovalutati come quelli relativi ai prodotti utilizzati per i trattamenti superficiali della frutta degli agrumi in particolare. Normalmente la buccia delle arance viene scartata, ma non sono rari i casi di trasformazione in marmellate o di base per la preparazione di bevande alcoliche e non. Il pericolo di assumere questo tipo di additivi è concreto soprattutto utilizzando frutta venduta allo stato sfuso in cui non sono indicati gli eventuali trattamenti superficiali.

Un pericolo non sempre considerato è quello relativo alla possibile interazione tra fitofarmaci e microrganismi con l'induzione di resistenza batterica, virale o parassitaria. Si tratta di fenomeni che nel settore della microbiologia dei vegetali sembrano avere conseguenze modeste per la salute umana, ma che meritano attenzione.

Altro aspetto, non legato alla qualità ed alla sicurezza del cibo, è quello ambientale. Molti fitofarmaci uccidendo i vari organismi possono alterare equilibri ambientali consolidati, ma avere anche una influenza negativa su altre produzioni. E' il caso delle api che possono essere uccise da pesticidi e quindi la produzione di miele viene compromessa. Forse l'aspetto più importante è però la diminuzione di "veicoli" di polline e di conseguenza una minore produzione di frutti.

5.1.3 Conclusioni

I fitofarmaci sono degli strumenti molto utili in agricoltura in quanto consentono di ottenere buoni livelli produttivi e di ottima qualità organolettica.

Un punto ancora molto controverso è quello riguardante la sicurezza che secondo alcuni viene compromessa dalla presenza di residui di fitofarmaci. Ai residui di fitofarmaci molti attribuiscono la responsabilità di malattie metaboliche degenerative.

La situazione è piuttosto complessa in quanto è innegabile che per ottenere produzioni vegetali abbondanti ed a costi contenuti l'impiego dei fitofarmaci, almeno al momento attuale, è una scelta quasi obbligata. D'altra parte i fitofarmaci sono prevalentemente delle sostanze

chimiche xenobiotiche con caratteristiche tossicologiche che alle volte possono destare delle preoccupazioni.

Le accresciute conoscenze scientifiche hanno permesso di “selezionare” fitofarmaci sempre più sicuri e di ridurre, se non eliminare del tutto, quelli che danno scarse o minori garanzie di sicurezza.

Di grande importanza sono quindi le normative esistenti in materia basate su una rigorosa valutazione dei rischi. Per ogni fitofarmaco sono state infatti definite le condizioni di uso in sicurezza a tutela della salute dei consumatori.

I problemi possono sorgere quando i produttori impiegano i fitofarmaci in modo illegale; esiste però un sistema di controllo che riesce a prevenire questo tipo di pericoli.

Ovviamente se la produzione e la distribuzione degli alimenti di origine vegetale avviene in modo illegale e fuori dal sistema di controllo previsto, non si possono escludere dei pericoli.

I cittadini hanno la possibilità di cautelarsi acquistando gli alimenti vegetali nei normali canali commerciali (negozi e supermercati); nel caso dovessero rivolgersi direttamente ai produttori è importante avere una conoscenza diretta della loro serietà.

Un breve accenno infine alle “autoproduzioni” o alla coltivazione degli orti urbani. Se si ricorre ai fitofarmaci bisogna fare una estrema attenzione alle indicazioni riportate in etichetta e rispettarle scrupolosamente per quando riguarda le dosi da impiegare ed i tempi di sospensione da rispettare.

La sicurezza d’uso dei fitosanitari è uno dei capisaldi della strategia europea per la sicurezza alimentare “dai campi alla tavola”. Non stupisce perciò che i requisiti legislativi per l’autorizzazione di nuovi principi attivi e per la revisione di quelli attualmente utilizzati siano stringenti, né che il Panel pesticidi (Plant protection products and their residues – Ppr) dell’EFSA abbia recepito l’esigenza di tenere alta la guardia, adottando nell’ultimo anno diversi documenti su criteri e metodi innovativi per la valutazione del rischio.

Due di questi documenti (EFSA, 2013a; 2013b) affrontano il difficile problema della valutazione dei residui multipli. I dati del monitoraggio europeo sui residui di fitosanitari negli alimenti mostrano una situazione soddisfacente e sotto controllo per quanto riguarda le singole molecole, ma con una rilevante area grigia: una frazione di campioni alimentari fra il 15 ed il 20% mostra la presenza di residui multipli di principi attivi diversi, anche se al di sotto dei limiti massimi. Dopo un’attenta valutazione dei dati scientifici disponibili sugli effetti combinati di sostanze chimiche (non solo pesticidi) e considerando l’esigenza, espressa dalla Commissione europea, di utilizzare un approccio precauzionale ove sussistano incertezze conoscitive, le conclusioni dell’EFSA sono state: a) vanno considerate nella valutazione del rischio cumulativo tutte le sostanze che inducono un analogo effetto nello stesso organo/tessuto (ad es., riduzione della funzionalità tiroidea), a prescindere da eventuali differenze nelle strutture chimiche e/o nei meccanismi di tossicità a livello biochimico-molecolare; b) il modello più accurato e insieme più cautelativo per descrivere un effetto cumulativo è l’additività: le sostanze contribuiscono in modo sommatorio a uno stesso effetto, ciascuna con la rispettiva potenza definita dai dati tossicologici disponibili.

Passi successivi saranno il completamento del lavoro di raggruppamento dei principi attivi sulla base degli effetti comuni, la definizione dei criteri per individuare le sostanze prioritarie in ciascun raggruppamento sulla base della potenza e dell’esposizione, nonché lo sviluppo di cri-

teri per valutare le esposizioni combinate, anche non alimentari, ossia lavorative o ambientali.

Infine, va considerato che l'aggiornamento delle basi scientifiche per un uso sicuro e sostenibile dei fitosanitari è importante anche perché gli alimenti di origine vegetale sono l'elemento portante della "dieta mediterranea", vero e proprio modello di alimentazione.

5.2 RESIDUI RISULTANTI DA PRATICHE ZOOTECHNICHE E VETERINARIE

Gli alimenti di origine animale derivano prevalentemente da allevamenti zootecnici. Fanno eccezione i prodotti della pesca che in gran parte derivano da animali che vivono allo stato libero nelle acque marine o di bacini di acqua dolce. Anche i prodotti della cacciagione, soprattutto cinghiali, derivano da animali che vivono allo stato brado e non sono oggetto di cure particolari.

Tutti gli animali sono soggetti a malattie che provocano sofferenze agli animali stessi, ma hanno anche riflessi economici negativi. Infatti gli animali ammalati rallentano la loro crescita con la diminuzione della produzione di carne, ma anche su quella del latte o delle uova.

Di particolare gravità sono le malattie infettive perché hanno la possibilità di diffondersi nell'interno degli allevamenti con pesanti conseguenze per la salute di tutti i soggetti presenti.

Inoltre, molte delle malattie infettive hanno un carattere zoonosico e quindi possono trasmettersi anche all'uomo mediante il contatto diretto con gli animali oppure mediante il consumo di alimenti contaminati (per approfondimenti si rimanda al capitolo 1).

Meno importanti sono le malattie metaboliche. Gli animali allevati hanno un periodo di vita piuttosto breve in cui difficilmente compaiono tali malattie. Fanno eccezione le vacche da latte e gli animali riproduttori che vivono alcuni anni e quindi sono maggiormente suscettibili alle malattie metaboliche. Nella maggior parte di questi casi, per motivi pratici ed economici, è preferibile sopprimere quei pochi animali ammalati piuttosto che sottoporli a terapie costose e di dubbia efficacia.

Nel caso delle malattie infettive la situazione è diversa in quanto possono essere colpiti tutti gli animali presenti nell'allevamento con rilevanti conseguenti danni economici. Si rende quindi necessario un tempestivo intervento terapeutico per bloccare sul nascere l'insorgenza dell'epidemia. In pratica quindi i farmaci veterinari sono un importante e spesso insostituibile "fattore" di produzione.

In passato era consentito aggiungere alcuni antibiotici a basso dosaggio nell'alimentazione degli animali. La loro funzione era prevalentemente quella di "stabilizzare" la flora batterica intestinale ed in questo modo prevenire lo sviluppo di microrganismi potenzialmente patogeni o comunque aumentare l'efficienza dei processi digestivi. Questa pratica non è più consentita.

Esiste però ancora la possibilità di utilizzare nei mangimi, destinati soprattutto ai polli, dei farmaci con proprietà anti parassitarie ed in particolare in grado di prevenire le coccidiosi.

Alcuni farmaci possono contribuire ad incrementare le capacità produttive degli animali. Si tratta di sostanze ad attività ormonale estrogena, androgena e progestinica, i corticosteroidi, i farmaci beta agonisti, gli ormoni della crescita, i farmaci antitiroidei. Essi agiscono con meccanismi di azione molto diversi tra loro ma hanno la capacità di accrescere il peso degli animali e alcuni di essi di aumentare la produzione di latte. Il loro impiego non è però consentito.

L'impiego dei diversi principi attivi è regolamentato da un complesso ed articolato sistema di norme comunitarie che nel corso degli anni hanno subito delle modifiche in funzione delle conoscenze scientifiche che man mano venivano acquisite. Per quanto riguarda gli additivi dei mangimi il più recente è il Regolamento CE 892 /2010 (Commissione Europea, 2010a) che comunque fa riferimento al Regolamento CE 1831/2003 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2003) da considerare come la base della legislazione sulla alimentazione animale.

Per i residui dei farmaci veterinari è stato emanato il Regolamento CE 37/2010 (Commissione Europea, 2010b) che definisce le procedure comunitarie che debbono essere seguite per la loro determinazione. A livello nazionale è stata recepita la Direttiva 2004/28/CE (Parlamento Europeo e Consiglio, 2008b) che fornisce le indicazioni sulle procedure da seguire per la "gestione" dei residui.

Sostanzialmente la normativa vigente tende a garantire negli alimenti di origine animale l'assenza di residui di farmaci veterinari, ma anche di altre sostanze chimiche, potenzialmente pericolosi per la salute dei consumatori.

Per prevenire il pericolo di sostanze chimiche "indesiderabili", come i metalli pesanti, alcune micotossine, le sostanze chimiche organoclorurate, esiste una normativa comunitaria che ne stabilisce i livelli di tolleranza proprio per evitare la presenza di residui negli alimenti, ma anche per la tutela della salute degli animali (European Commission, 2006).

5.2.1 Stato dell'arte

Il problema dei residui di sostanze chimiche negli alimenti di origine animale è sorto da quando venne scoperta l'utilità dell'impiego di farmaci nelle produzioni zootecniche.

La loro pericolosità è apparsa evidente soprattutto a seguito dell'impiego di sostanze ad attività ormonali, ed in particolare il Dietilstilbestrolo. Il consumo di carni contaminate provocò infatti gravi danni e soprattutto nei bambini che manifestarono alterazioni a carico dell'apparato genitale e dei caratteri sessuali secondari. La conseguenza fu il bando totale dell'impiego ed anche alla detenzione delle sostanze ormonali negli allevamenti.

La preoccupazione fu notevole e riguardò tutti i farmaci impiegati negli allevamenti zootecnici e quindi si decise la tolleranza "zero" per ogni tipo di residuo di sostanze ad attività farmacologica inclusi quelli ritenuti meno pericolosi.

Il concetto di "residuo zero" era però vincolato alla sensibilità del metodo analitico impiegato. Come accennato i farmaci maggiormente impiegati erano quelli ad attività antibatterica ed i primi metodi impiegati per la determinazione dei residui furono quelli di tipo microbiologico. Tali metodi si basano sulla capacità dei "residui di antibiotici" di inibire la crescita di alcuni batteri. In pratica i microrganismi sono "coltivati" su "piastre" in cui vengono preparati dei "pozzetti" in cui vengono posti "estratti" degli alimenti da controllare; se intorno ai pozzetti la crescita dei batteri viene bloccata si verifica la comparsa di un "alone" e questo significa che il campione in esame contiene residui di antibiotici.

Per quanto possa essere accurato il metodo non è molto sensibile ed inoltre non mette in evidenza eventuali metaboliti privi di attività antibatterica.

Questa metodologia quindi non garantisce l'assenza totale di residui, ma soltanto che la loro

eventuale presenza è inferiore alla sensibilità del metodo analitico.

Ovviamente perfezionando i metodi analitici ed introducendo quelli chimici strumentali, il valore “zero” è divenuto sempre più basso e ci si è resi conto che raggiungere il valore di “zero assoluto” è impossibile. Infatti ogni sostanza chimica introdotta in un organismo animale difficilmente può essere completamente espulsa anche dopo tempi prolungati.

Per risolvere il problema e salvaguardare la salute dei consumatori, venne introdotto il concetto di “Limite Massimo di Residui” (MRL) che non è un limite di tolleranza, bensì la quantità massima di residui che si può “accettare” applicando una corretta gestione di farmaci in allevamento. Per i medicinali veterinari, gli MRL sono stabiliti secondo le procedure di cui al Regolamento (CE) n. 470/2009 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2009) .

Procedure di autorizzazione per l'impiego di farmaci veterinari

Sostanzialmente si parte dalla evidente necessità di dover impiegare i farmaci per la cura degli animali ammalati. Per tutti i farmaci è necessario che siano effettivamente efficaci e sicuri sia per gli animali, sia per i consumatori degli alimenti prodotti. La loro utilizzazione può essere consentita soltanto se è possibile definire un valore di MRL compatibile con una corretta gestione del farmaco in allevamento ref.

Per arrivare alla definizione di un MRL si segue una complessa procedura che prevede le seguenti fasi:

- preparazione di una documentazione da parte di una azienda farmaceutica comprendente informazioni scientifiche sulla natura chimico-fisica del farmaco, la sua efficacia nei confronti di una o più specifiche malattie, la “tolleranza” da parte delle specie bersaglio, la sicurezza per i consumatori, la sicurezza per l’ambiente.
- Trasmissione della documentazione e richiesta di registrazione alla Commissione UE
- Esame da parte del Comitato Medicinali dell’Agenzia del farmaco (EMA) che fornisce una propria valutazione
- Acquisizione della valutazione EMA da parte della Commissione UE che, dopo avere acquisito il parere degli esperti nazionali, predispone il provvedimento di registrazione del farmaco.

Una volta definito un MRL il farmaco può essere impiegato in tutti i Paesi della UE per la formulazione di specialità medicinali.

Le specialità medicinali sono autorizzate a livello nazionale ed i singoli stati, sulla base della valutazione di altre documentazioni scientifiche, stabiliscono le modalità di impiego pratico (specie animali “bersaglio”, dosaggi da somministrare, tempi di sospensione dei trattamenti, eventuali avvertenze, ecc.).

Il primo obiettivo che si deve raggiungere nella valutazione dei singoli principi attivi, è quello di definire la dose senza effetto che risulta dai vari studi tossicologici e farmacologici.

Bisogna poi conoscere le trasformazioni metaboliche a cui va incontro un farmaco una volta introdotto nell’organismo animale. Questo dato è molto importante per capire l’esatta natura del residuo ed anche il tempo impiegato per l’escrezione.

Infine debbono essere resi disponibili dei metodi di analisi adeguati per la determinazione dei residui.

In assenza di informazioni adeguate non è possibile definire il valore di MRL, quindi il far-

maco non potrà essere impiegato. Una evenienza del genere può verificarsi quando gli studi non sono completi, oppure esistono effetti negativi, come quelli cancerogeni o mutageni.

Il controllo ufficiale sull'utilizzo di farmaci veterinari e presenza di residui

L'utilizzazione dei farmaci veterinari negli allevamenti zootecnici è soggetta alla prescrizione da parte di un medico veterinario dopo una diagnosi della malattia. Il veterinario deve anche indicare all'allevatore le modalità di impiego per evitare la presenza di residui a concentrazioni superiori agli MRL previsti.

Altro aspetto particolarmente importante è il fatto che l'allevatore deve tenere un registro dei trattamenti farmacologici ed esistono anche delle regole molto precise per detenere delle scorte di farmaci in un "armadio farmaceutico".

I Servizi Veterinari delle ASL debbono vigilare il rispetto delle norme mediante ispezioni periodiche negli allevamenti.

Problemi seri possono sorgere a seguito di impieghi illegali o abusi dei farmaci che non sempre possono essere accertati con le osservazioni cliniche sugli animali, ma soltanto con analisi di laboratorio per la ricerca di residui nei liquidi biologici o i tessuti degli animali.

Per questo motivo i Veterinari delle ASL, nei casi sospetti, fanno dei prelievi negli allevamenti o nei macelli ed inviano i campioni ai laboratori di controllo degli Istituti Zooprofilattici sperimentali per l'effettuazione delle necessarie analisi.

Indipendentemente dagli interventi di "routine", l'Unione Europea richiede ad ogni paese della Comunità di attuare un "Piano Nazionale Residui" (PNR). Sulla base delle sue produzioni zootecniche, ogni stato deve effettuare un numero di campioni su cui andare a ricercare residui di farmaci, ma anche di altre sostanze chimiche potenzialmente pericolose (es. micotossine o metalli pesanti). Lo scopo di questi controlli non è soltanto quello di una sanzione immediata a carico dei contravventori, ma quanto e soprattutto quello di risalire alla causa che ha portato alla contaminazione. In pratica non si interviene soltanto sul singolo prodotto alimentare, ma si risale all'allevamento di provenienza dove vengono effettuati accurate ispezioni e qualora si dovessero riscontrare delle irregolarità, si procede con pesanti sanzioni allo scopo di prevenire pratiche zootecniche clandestine.

Il PNR viene effettuato mediante l'analisi di campioni prelevati in fase di produzione primaria degli alimenti di origine animale ed interessa i diversi settori produttivi: bovino, suino, ovicaprino, equino, avicolo, cunicolo, dell'acquacoltura, della selvaggina, del latte, delle uova e del miele. I campionamenti vengono effettuati sia negli allevamenti che negli stabilimenti di prima trasformazione, come ad esempio i macelli o i centri di raccolta del latte.

Sulla base dei risultati analitici, in caso di riscontro di residui di sostanze il cui impiego è vietato o quando il tenore di residui di sostanze autorizzate o di contaminanti ambientali sia superiore ai limiti stabiliti, vengono attivati adeguati interventi a tutela della salute pubblica e, eventualmente, di tipo repressivo (Ministero della Salute, 2014b).

I risultati dei Piani Nazionali Residui, visibili nel sito www.salute.gov.it, dimostrano che la quasi totalità dei campioni esaminati rientrano nei limiti di tolleranza previsti.

Nel 2012, i campioni che hanno fornito risultati irregolari per la presenza di residui sono stati complessivamente 59, pari allo 0,15% del totale dei campioni analizzati. Di questi, 3 sono risultati non conformi per la presenza di residui appartenenti alla categoria 'sostanze ad effetto

anabolizzante e sostanze non autorizzate' (5,1%) e 56 per il riscontro di residui di sostanze della categoria 'medicinali veterinari e agenti contaminanti' (94,9%) (Ministero della Salute, 2013a).

Si deve quindi presumere che gli alimenti di origine animale in commercio siano privi di pericoli significativi per i consumatori, almeno per quanto riguarda i residui di sostanze chimiche.

A livello europeo nel 2012, dai 27 Stati membri sono stati riportati 772540 campioni per l'analisi delle sostanze e dei residui. Di questi, 427193 sono stati considerati 'target' in conformità alle specifiche di piani nazionali sui residui (PNRs) per il 2012. Il 44% sono stati analizzati per sostanze ad effetto anabolizzante e sostanze non autorizzate e il 62% per i farmaci veterinari e contaminanti. Dei 427193 campioni mirati, 1071 erano non conformi (0,25%) (1129 risultati non conformi). La percentuale di campioni non conformi calcolata dal numero totale di campioni analizzati per le sostanze appartenenti a questa categoria è: 0,07% di sostanze ad effetto anabolizzante e sostanze non autorizzate, 0,18% per antibatterici, 0,14% per "altri medicinali veterinari" e 1,2% per "altre sostanze e agenti contaminanti ambientali". I prodotti alimentari analizzati sono stati: carne di bovino, suino, ovina e caprina, cavallo, pollo, coniglio, selvaggina di allevamento e non, prodotti dell'acquacoltura, latte, uova, miele. Di questi, 4164 erano prodotti animali di importazione (EFSA, 2014d). Nel 2014 il livello di non osservanza nei campioni mirati (cioè campioni prelevati per rilevare l'uso illecito o verificare il mancato rispetto dei livelli massimi) è leggermente aumentato: dello 0,37%, rispetto allo 0,25% -0,34% dei sette anni precedenti (EFSA, 2016).

5.2.2 I pro e contro nell'utilizzo dei farmaci veterinari

L'organizzazione degli allevamenti zootecnici si basa su criteri "industriali" con l'utilizzazione di animali selezionati che sono in grado di produrre elevate quantità di alimenti in rapporto al loro periodo di vita. Una gallina allevata industrialmente produce ben oltre 300 uova l'anno, mentre una "ruspante" ne produce una quarantina. Gli animali in allevamento intensivo (maiali, polli, vitelli da latte) raggiungono il peso per la macellazione nella metà e anche meno del tempo necessario a quello allevati negli allevamenti estensivi.

Questi risultati si ottengono grazie a diversi fattori quali l'utilizzazione di animali altamente selezionati; l'utilizzazione di ricoveri adattati che consentono di "condizionare" favorevolmente le capacità produttive degli animali (temperatura, illuminazione, umidità, ecc.); la somministrazione di alimenti con un ottimo bilanciamento dei nutrienti. Il fattore più importante è comunque il mantenimento di ottime condizioni di salute degli animali. Per ottenerlo è necessario mantenere in buone condizioni igieniche i luoghi di vita degli animali ed anche attuare misure di prevenzione e cura delle malattie infettive.

L'utilizzazione dei farmaci negli allevamenti zootecnici è quindi determinante per garantire il benessere degli animali e nello stesso tempo consentire un'ottimale redditività della produzione di alimenti. Di questo sistema ne beneficiano anche i consumatori che trovano sul mercato alimenti di origine animale sicuri, di ottima qualità e a prezzi molto contenuti.

L'utilizzazione dei farmaci veterinari comporta però dei pericoli. Il primo è rappresentato dalla possibile presenza di residui nei tessuti che possono provocare dei danni legati alle caratteristiche farmacologiche e tossicologiche delle varie molecole. Altro pericolo è quello della indu-

zione di farmaco resistenza batterica che può comportare danni soprattutto agli operatori che vengono a trovarsi a contatto con gli animali negli allevamenti e nei macelli; minori sembrano essere i pericoli per i consumatori.

Esiste infine un pericolo per l'ambiente per lo sversamento delle deiezioni degli animali nei corsi d'acqua e/o nel suolo. I farmaci presenti nelle deiezioni possono agire sulla flora microbica ambientale modificandone gli equilibri e quindi, almeno potenzialmente, alterare degli ecosistemi. Inoltre esiste la possibilità che l'utilizzazione delle deiezioni animali contenenti farmaci come concimi possa comportare l'assorbimento dei farmaci stessi da parte dei vegetali coltivati. Il pericolo potrebbe quindi essere di trovare nella verdura o nella frutta la traccia di qualche farmaco veterinario.

Si tratta comunque di pericoli la cui entità viene valutata prima della autorizzazione ad utilizzare i farmaci veterinari e che sono prevenuti con un corretta gestione dei farmaci stessi.

5.2.3 Conclusioni

L'utilizzazione dei farmaci veterinari comporta dei vantaggi per la salute degli animali e la redditività delle produzioni zootecniche che si traducono in una migliore qualità e sicurezza della carne, del latte e delle uova.

Altro importante vantaggio è la disponibilità per il consumatore di ottimi alimenti a prezzi molto contenuti. Basti pensare che il latte e le uova hanno un costo unitario dello stesso ordine di grandezza dell'acqua minerale, del vino commerciale o della frutta e della verdura.

I residui dei farmaci veterinari possono rappresentare un problema e per eliminarlo sono state attivate delle misure per una corretta gestione e controllo lungo tutta la "filiera" zootecnica.

I risultati dei Piani Nazionali Residui pubblicati dal Ministero della Salute, dimostrano che il pericolo è molto modesto e si deve ritenere che gli alimenti di origine animale presenti nella catena distributiva legale (negozi, mercati regionali, supermercati) siano sicuri (Ministero della Salute, 2013b).

Non bisogna però ignorare che esistono dei canali distributivi illegali la cui entità dovrebbe essere molto modesta, ma che potrebbe essere causa di conseguenze per la salute anche molto serie. Per evitare questi problemi è necessaria la massima attenzione ed anche collaborazione con le strutture di controllo da parte dei cittadini. In buona sostanza bisogna evitare di acquistare alimenti di origine animale fuori dai canali legali ed anche segnalare alle strutture di controllo pubblico (Servizi Veterinari della ASL, Carabinieri Nas, ecc.) eventuali illegalità in cui ci si dovesse imbattere.

5.3 RESIDUI DA MATERIALI A CONTATTO CON ALIMENTI E BEVANDE

I materiali e gli oggetti a contatto con i prodotti alimentari (MOCA) sono tutti i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con gli alimenti, ad esempio imballaggi e recipienti, utensili da cucina, posate e stoviglie. Essi possono essere di vari materiali come plastica, gomma, car-

ta e metallo. Tra i materiali a contatto con gli alimenti si annoverano anche quelli utilizzati nelle attrezzature per le lavorazioni alimentari, come macchine da caffè o macchinari da produzione, e i contenitori da trasporto. La legislazione dell'Unione europea (UE) che disciplina i materiali a contatto con gli alimenti copre anche quelli a contatto con l'acqua destinata al consumo umano (Ministero della Salute, 2008a; EFSA, 2014e).

5.3.1 Stato dell'arte

Il quadro normativo

I materiali e gli oggetti destinati a venire in contatto con gli alimenti (MOCA) sono disciplinati da provvedimenti generali e da norme specifiche sia a livello nazionale che europeo.

A livello italiano i principi generali sono dettati dal D.P.R. n.777/82 (Presidente della Repubblica, 1982) e dal D.lgs n.108/92 (Presidente della Repubblica, 1992) che disciplinano aspetti generali, in linea con il diritto comunitario, e stabiliscono le sanzioni.

A livello europeo il Regolamento quadro CE 1831/2003 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2003a) stabilisce i requisiti generali cui devono rispondere tutti i materiali ed oggetti in questione. In particolare, si applica ai seguenti prodotti: materiali che sono già in contatto con i prodotti alimentari (es. l'imballaggio dell'alimento); materiali destinati ad essere messi a contatto con i prodotti alimentari (es. tazze, piatti, contenitori, posate, pareti interne e ripiani di un frigorifero, macchinari di produzione alimentare); di cui si prevede ragionevolmente che possano essere messi a contatto con prodotti alimentari o che trasferiscano i propri componenti ai prodotti alimentari nelle condizioni d'impiego normali o prevedibili (es. una scatola di cartone intorno al sacchetto di plastica di cereali).

Inoltre il Regolamento stabilisce che tutti i materiali ed oggetti devono essere prodotti conformemente alle buone pratiche di fabbricazione, e quindi rispettare il Reg. CE 1831/2006 (GMP) (Commissione delle Comunità Europee, 2006), e, in condizioni d'impiego normale o prevedibile, non devono trasferire agli alimenti componenti in quantità tale da: costituire un pericolo per la salute umana, comportare una modifica inaccettabile della composizione dei prodotti alimentari, comportare un deterioramento delle caratteristiche organolettiche.

I requisiti di base sono, quindi, impostati per garantire alimenti sicuri e proteggere gli interessi dei consumatori.

Attualmente disposizioni specifiche dell'Unione sono state adottate con direttive comunitarie, recepite in Italia con provvedimenti nazionali, per la cellulosa rigenerata e la ceramica e con regolamenti comunitari per i materiali attivi e intelligenti (materiali e oggetti destinati a prolungare

- la conservabilità o mantenere o migliorare le condizioni degli alimenti imballati), le materie plastiche e le plastiche riciclate. Di seguito la normativa comunitaria in vigore:
- Regolamento (UE) n. 202/2014, Regolamento (UE) n. 1183/2012, Regolamento (UE) n. 1282/2011 che modificano il regolamento (UE) n. 10/2011 riguardante i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari (Commissione Europea, 2014; 2012; 2011a; 2011b)
- Regolamento (UE) n. 284/2011 stabilisce condizioni particolari e procedure dettagliate per

l'importazione di utensili per cucina in plastica a base di poliammide e di melammina originari della Repubblica popolare cinese e della regione amministrativa speciale di Hong Kong, Cina, o da esse provenienti (Commissione Europea, 2011c)

- Regolamento (UE) n. 10/2011 (detto anche “Regolamento PIM” Plastic Implementation Measure) (Commissione Europea, 2011b)

Mentre, le disposizioni specifiche italiane, in settori non ancora armonizzati, sono dettate dal Decreto Ministeriale 21 marzo 1973 (Ministro della Sanità, 1973) e successive modifiche, in cui vengono disciplinati i seguenti materiali: gomma, carta e cartone, vetro, acciaio inossidabile, e da altri decreti relativi a: banda stagnata, banda cromata verniciata, alluminio.

La Direzione Generale per la Salute e i Consumatori (DG SANCO) della Commissione Europea ha strutturato e messo a disposizione on line una banca dati delle sostanze a contatto con gli alimenti con lo scopo di gestire in modo efficiente la procedura di autorizzazione delle sostanze da utilizzare, di aumentare la trasparenza della procedura di autorizzazione di tutti gli attori: esperti degli Stati membri, l'industria, l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA), la Commissione, il pubblico; di fornire uno strumento per le future autorizzazioni delle sostanze da utilizzare come materiali a contatto con alimenti diversi dalle plastiche (DG SANCO, 2010).

Controlli e procedure di valutazione dei MOCA e dei residui

I materiali dovrebbero essere fabbricati in base alle disposizioni dei regolamenti dell'Unione Europea, che impongono buone pratiche di fabbricazione affinché qualsiasi potenziale trasferimento agli alimenti non implichi pericoli per la salute umana, modifiche inaccettabili della composizione del prodotto o un deterioramento delle sue qualità organolettiche (EFSA, 2014e). Lo spirito della normativa si basa sulle cosiddette “liste positive” delle sostanze che possono essere utilizzate nella produzione di tali materiali con le eventuali limitazioni e restrizioni di composizione e di condizioni d'uso, nonché sulle modalità per il controllo dell'idoneità al contatto alimentare del materiale (test di migrazione basati sulle condizioni di contatto dell'alimento con il materiale).

D'altra parte, questi materiali, non essendo completamente inerti, possono trasferire componenti ai prodotti alimentari e in alcuni casi determinare una contaminazione dell'alimento con cui viene a contatto. Il grado di contaminazione ossia l'entità della migrazione delle sostanze del materiale nell'alimento, dipende da vari fattori combinati: natura e composizione del materiale (e delle sostanze), natura e composizione dell'alimento, superficie di contatto, tempo e temperatura di contatto. Inoltre, la concentrazione di residui nel cibo aumenta con il rapporto tra l'area della superficie di contatto e la massa dell'alimento. Tale concentrazione è quindi potenzialmente più elevata nel caso delle piccole confezioni.

Nella Tabella 1 sono riportati alcuni esempi di sostanze che potrebbero migrare negli alimenti da oggetti che sono di uso quotidiano in cucina.

Il rischio di contaminazione dei prodotti alimentari è gestito da un sistema complesso finalizzato a garantire la sicurezza degli alimenti e del consumatore.

L'attività di controllo della sicurezza alimentare disciplinata dal Regolamento (CE) 882/2004, (Parlamento Europeo e Consiglio, 2004c) comprende anche l'ispezione dei MOCA. Peraltro anche il Regolamento (CE) 852/04 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2004d) sull'igiene dei

prodotti alimentari, prevede che l'operatore del settore alimentare, oltre a garantire che tutte le fasi della produzione, della trasformazione e della distribuzione degli alimenti soddisfino i pertinenti requisiti di igiene, predisponga, attui e mantenga una o, più procedure permanenti, basate sui principi del sistema HACCP e, tra questi, anche l'identificazione di ogni pericolo che deve essere prevenuto, eliminato o, qualora sia impossibile, ridotto a livelli accettabili. Tuttavia, la strategia HACCP è finalizzata al rischio igienico-microbiologico. C'è la necessità di un'estensione sistematica dell'approccio HACCP al rischio tossicologico, nella fattispecie la migrazione di sostanze tossiche all'alimento rappresenta un rischio.

Il sistema di allerta rapido per alimenti e mangimi" (RASFF - Rapid Alert System for Food and Feed) consente di notificare, in tempo reale, i rischi diretti e indiretti per la salute pubblica connessi ad alimenti, mangimi e materiali a contatto e quindi di adottare tempestivamente le opportune misure di salvaguardia e comunicarle a tutti i membri del network (Ministero della Salute, 2008b). Complessivamente, nel corso del 2013, il sistema ha trattato 3136 notifiche. In particolare, 2649 notifiche hanno riguardato l'alimentazione umana (2820 lo scorso anno), 262 l'alimentazione animale (325 nell'anno 2012) e 225 la migrazione di materiali destinati a venire a contatto con gli alimenti pari al 7%. Il problema principale dei prodotti destinati a venire a contatto con gli alimenti è risultato essere la migrazione (211 casi) non solo di certi metalli pesanti (principalmente cromo, nichel, cadmio e piombo), ma anche di altre sostanze come ammine aromatiche e formaldeide. I prodotti risultati irregolari sono quasi tutti provenienti dalla Cina (163 casi), dato questo costante negli ultimi anni (Ministero della Salute, 2013b).

Facendo parte di una rete europea, il Centro comune di ricerca della Commissione Europea gestisce al proprio interno il laboratorio di riferimento dell'Unione europea per i materiali a contatto con gli alimenti, il quale fornisce supporto scientifico alle politiche dell'UE in materia di sicurezza alimentare mediante informazioni su ricerche e analisi condotte sui materiali a contatto con alimenti (http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_labs/eurl_food_c_m). In Italia, il Laboratorio Nazionale di Riferimento sui materiali e gli oggetti in contatto con alimenti (LNR-MOCA) è stato istituito ai sensi del Regolamento CE 882/2004 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2004c) presso l'Istituto Superiore di Sanità (ISS - <http://www.iss.it/moca/index.php?lang=1&anno=2014&tipo=10>).

Il compito generale di valutare le sostanze destinate all'utilizzo nei materiali a contatto con gli alimenti come pure quella di svolgere valutazioni supplementari del rischio in relazione a tali materiali è svolto dal gruppo di esperti scientifici dell'EFSA (gruppo CEF). L'attività del gruppo si basa sulla disamina delle informazioni e dei dati scientifici presentati da chi richiede un'autorizzazione. Il gruppo scientifico CEF risponde anche a richieste ad hoc della Commissione europea di sottoporre a revisione alcuni materiali a contatto con gli alimenti alla luce di nuove informazioni scientifiche e/o mutate condizioni e/o d'uso.

La lunga strada del Bisfenolo A

Tra le varie sostanze chimiche che possono migrare negli alimenti, il Bisfenolo A (BPA) è stata oggetto di numerose valutazioni dal punto di vista tossicologico e di esposizione negli ultimi anni, generando spesso pareri contrastanti.

Il BPA è una sostanza chimica usata prevalentemente in associazione con altre sostanze per produrre plastiche e resine. Ad esempio il BPA è usato nel policarbonato, un tipo di plastica

rigida, trasparente e altamente performante. Il policarbonato viene utilizzato per produrre recipienti per uso alimentare come le bottiglie per bibite con il sistema del vuoto a rendere, i biberon, le stoviglie di plastica (piatti e tazze) e i recipienti di plastica. Il BPA può migrare in piccole quantità nei cibi e nelle bevande dai materiali che lo contengono (EFSA, 2014f; Epicentro 2014). Appartiene a un gruppo di sostanze chimiche potenzialmente in grado di interagire con i sistemi ormonali dell'organismo (ossia sostanze che alterano il sistema endocrino). Fin dagli anni '30 è noto che il BPA è in grado di imitare gli estrogeni, gli ormoni sessuali femminili. Gli effetti sulla fertilità e la riproduzione nonché sul sistema endocrino (ormonale) sono stati oggetto di numerosi dibattiti scientifici, anche a fronte di segnalazioni di "effetti a basse concentrazioni" nei roditori (EFSA, 2014f). Dal 2006 in poi l'EFSA e i suoi gruppi di esperti scientifici hanno esaminato centinaia di pubblicazioni apparse su riviste scientifiche sottoposte a revisione paritetica, oltre a relazioni provenienti da studi presentati dall'industria (EFSA, 2006; 2008; 2010; 2011). In ciascuna occasione gli esperti dell'EFSA hanno concluso di non essere riusciti a individuare alcuna nuova prova che li portasse a rivedere la Dose Giornaliera Tollerabile (DGT) per il BPA di 0,05 mg/kg peso corporeo/die.

Nel 2012, alla luce dell'analisi di nuovi studi scientifici, il gruppo di esperti ha deciso di intraprendere una nuova, completa valutazione dei rischi umani associati all'esposizione al BPA tramite la dieta, considerando anche il contributo di fonti non alimentari all'esposizione complessiva alla sostanza (EFSA, 2014f). Nella sua bozza di parere, sottoposta a consultazione pubblica, l'EFSA riferisce di aver individuato probabili effetti avversi sul fegato e il rene nonché effetti sulla ghiandola mammaria collegati all'esposizione alla sostanza, raccomandando che la corrente dose giornaliera tollerabile (DGT) venisse abbassata da 0,05 mg/kg/pc/die a 0,005 mg/kg/pc/die, e di mantenere la DGT in via provvisoria, a causa delle incertezze riguardo ai rischi per la salute causati dalla sostanza chimica. Una nuova valutazione è prevista per il 2018, prima della quale è stata avviata una consultazione pubblica sul protocollo scientifico per definire in anticipo le modalità per ricercare, analizzare e integrare tutte le nuove evidenze scientifiche non comprese nella precedente valutazione dell'EFSA (EFSA, 2017b).

Ad ogni modo l'EFSA afferma però che per tutti i gruppi di popolazione, la dieta costituisce la principale fonte di esposizione al Bisfenolo A e i livelli di esposizione sono inferiori a quanto stimato in precedenza.

Anche a livello normativo il tema Bisfenolo A risulta controverso e con approcci diversi da parte degli Stati membri.

In Austria c'è il divieto di impiego di BPA in tettarelle e succhietti per bambini (327th Regulation of the Ministry of Health), in Belgio (Document Legislatif no. 5-338/8) e Danimarca (Regulation 355/1998) c'è il divieto in articoli e materiali a contatto con alimenti destinati a bambini sotto i 3 anni di età, in Francia la regola è estesa a tutti gli articoli e i materiali a contatto con alimenti (Legge no. 2012-1442 adottata il 24 Dicembre 2012 ("the French BPA Law"), la Svezia ha deciso il divieto in vernici e rivestimenti per i contenitori di alimenti destinati a bambini con meno di 3 anni (Regolamento SFS2012:991). In Europa è in vigore il divieto solo per i biberon in policarbonato (Regolamento EU 321/2011 - Commissione Europea, 2011d). Questo vuol dire che attualmente l'uso di questo materiale non è più armonizzato a livello europeo. Se in tutti gli stati dell'unione si potranno commercializzare imballaggi ed articoli prodotti con BPA (tranne i biberon), solo in Francia questi oggetti non potranno essere venduti o meglio,

dovranno avere un'etichetta che classifica l'oggetto come pericoloso per donne in gravidanza e bambini.

5.3.2 Conclusioni

Gli operatori del settore (produttori di materiali ed oggetti) sono responsabili dell'immissione sul mercato di MOCA sicuri garantendo che la sicurezza degli alimenti, lungo la catena alimentare, non venga compromessa. Tale garanzia è assicurata dai produttori di MOCA tramite il rispetto delle normative vigenti a livello di produzione e la messa a disposizione di indicazioni corrette (dichiarazione di conformità e documentazione di supporto). Le Autorità sanitarie effettuano controlli sui processi produttivi, sui MOCA e sugli alimenti confezionati.

Un ulteriore importante ruolo è svolto dal consumatore che a tutela della propria salute deve utilizzare i materiali e gli oggetti in questione, nell'ambito domestico, in modo corretto seguendo le istruzioni e le indicazioni d'uso presenti in etichetta. E' opportuno, quindi, che il consumatore identifichi chiaramente alcuni principi fondamentali per un uso corretto dei materiali in questione nell'ambito domestico: la natura dell'alimento e la sua temperatura condizionano il suo grado di aggressività chimica. In linea generale, la capacità estrattiva di un alimento aumenta con l'aumentare del contenuto di grassi e dell'acidità. Le elevate temperature esaltano l'aggressività chimica del contenuto e riducono l'inerzia del contenitore; l'acciaio e il vetro pyrex sono i materiali più resistenti al riguardo.

5.4 KEY POINTS

- Alla categoria dei fitofarmaci appartengono numerose sostanze chimiche, con caratteristiche chimico-fisiche e di efficacia anche molto diverse fra loro. Vengono utilizzati con lo scopo di favorire lo sviluppo delle piante sia mediante una attività diretta, sia in modo indiretto combattendo i parassiti (virus, batteri, parassiti vegetali e/o animali), animali invertebrati e/o vertebrati ed anche le piante infestanti.
- L'esposizione alle diverse sostanze chimiche comporta la possibilità della presenza di residui negli alimenti la cui entità può variare in funzione della dose, delle modalità e del tempo di esposizione, dalla stabilità della sostanza chimica, dell'intervallo tra l'esposizione ed il consumo del singolo alimento
- I fitofarmaci vengono sottoposti a numerosi controlli. Dai risultati dei programmi nazionali si evince che il 97,5% dei campioni alimentari analizzati conteneva residui di pesticidi al di sotto dei limiti ammessi dall'UE, noti come livelli massimi di residui (LMR). Gli alimenti biologici hanno mostrato una percentuale di eccedenza degli LMR inferiore rispetto ai prodotti non biologici (0,5% contro 2,6%). Il tasso di non conformità degli alimenti importati nell'UE è invece quattro volte superiore a quello degli alimenti prodotti in questi paesi (il 3,7% contro lo 0,9%).
- Nel complesso, l'esposizione alimentare da residui di fitofarmaci stimata nella popolazione è risultata essere trascurabile o rappresenta meno del 20% della DGA (Dose Giornaliera

Accettabile)) che descrive la quantità di una sostanza che le persone possono consumare su base giornaliera durante tutta la loro vita senza rischi apprezzabili per la salute.

- I residui di fitofarmaci, se presenti, vengono in gran parte eliminati da un accurato lavaggio di frutta e ortaggi.
- Variare le scelte alimentari può ridurre i rischi di ingerire in modo ripetuto sostanze estranee presenti negli alimenti.
- Il consumo di prodotti provenienti da agricoltura biologica può abbassare il rischio di esposizione ad eventuali residui.
- Per le “autoproduzioni” o coltivazione degli orti urbani: se si ricorre ai fitofarmaci bisogna fare una estrema attenzione alle indicazioni riportate in etichetta e rispettarle scrupolosamente per quando riguarda le dosi da impiegare ed i tempi di sospensione da rispettare.
- L’impiego nell’alimentazione degli animali di varie sostanze di natura chimica come farmaci per la profilassi o la cura delle patologie, farmaci addizionati per migliorare i mangimi e/o come fattori di crescita, ha come possibile conseguenza la permanenza di residui in tracce nelle derrate alimentari di origine animale.
- I più noti sono gli ormoni sessuali e possono avere un impiego con finalità terapeutiche (cura della sterilità ecc..) come è stabilito dalla legislazione che fissa il divieto di utilizzazione di sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze (beta)-agoniste nelle produzioni di animali e le misure di controllo sulle suddette sostanze e loro residui negli animali vivi e nei loro prodotti, fatta eccezione, appunto, per i farmaci usati a scopo terapeutico.
- Nel corso degli anni, la Comunità Europea ha emanato diversi Regolamenti e Direttive in materia di residui di farmaci in alimenti di origine animale. In particolare ha vietato l’impiego di tutti gli ormoni come anabolizzanti e ha stabilito che i livelli di ormoni naturali devono rimanere entro limiti fisiologici. Ha decretato che i farmaci veterinari devono essere presenti negli alimenti a concentrazioni inferiori a precisi limiti, definiti Limiti Massimi Residuali (LMR). Per ottenere il rispetto di questa normativa che salvaguarda la salute dei consumatori la Commissione Europea ha imposto a tutti gli stati membri l’attuazione di piani nazionali di monitoraggio da attuarsi sia a livello di allevamenti che a livello dei macelli.
- E’ evidente che il rispetto delle regole esistenti garantisce la produzione di alimenti di origine animale sicuri. E’ però necessario che i consumatori nei loro acquisti evitino prodotti fuori dai normali circuiti commerciali. In particolare per la carne bisogna evitare quelle provenienti da macellazioni clandestine; in questi casi infatti non esistono controlli sanitari ed i pericoli per i consumatori possono essere anche molto seri.
- Fanno parte della categoria ‘materiali e oggetti a contatto con i prodotti alimentari’ (MOCA) tutti i materiali e gli oggetti, finiti e pronti per l’impiego, che sono già a contatto, che sono destinati ad esserlo o che si prevede possano essere messi a contatto con gli alimenti, ad esempio imballaggi e recipienti, utensili da cucina, posate e stoviglie.
- I materiali dovrebbero essere fabbricati in base alle disposizioni dei regolamenti dell’Unione europea, che impongono buone pratiche di fabbricazione affinché qualsiasi potenziale trasferimento agli alimenti non implichi pericoli per la salute umana, modifiche inaccettabili della composizione del prodotto o un deterioramento delle sue qualità organolettiche.
- Il grado di contaminazione ossia l’entità della migrazione delle sostanze del materiale nell’a-

limento, dipende da vari fattori combinati: natura e composizione del materiale (e delle sostanze), natura e composizione dell'alimento, superficie di contatto, tempo e temperatura di contatto. Inoltre, la concentrazione di residui nel cibo aumenta con il rapporto tra l'area della superficie di contatto e la massa dell'alimento. Tale concentrazione è quindi potenzialmente più elevata nel caso delle piccole confezioni.

- Le parole d'ordine sono: acquistare prodotti "sicuri" e seguire attentamente le indicazioni fornite dal produttore. Si dovrà fare attenzione affinché rimangano integre le condizioni e le superfici degli oggetti: non scalfire, ad esempio, le superfici dei MOCA, sostituire quando opportuno (e non solo in caso di rottura) stoviglie, pentole e padelle abrase, bicchieri divenuti oramai opachi e gli altri oggetti che non presentino più le caratteristiche garantite dal produttore.
- Fare molta attenzione a cosa si acquista, verificando che sia idoneo al contatto con alimenti, che vi siano le indicazioni minime previste e la destinazione d'uso, scegliendo il materiale o l'oggetto in funzione delle reali esigenze del tipo di alimento. Alcuni prodotti seppure simili sono stati progettati e destinati ad usi completamente diversi (ad es. il secchiello in plastica per l'industria alimentare o quello per giardinaggio). In questo caso un contenitore plastico senza il simbolo bicchiere-forchetta e le diciture previste in etichetta, non è idoneo ad essere messo a contatto con gli alimenti. Inoltre la disattenzione può creare alcuni problemi; ad esempio l'utilizzo di una carta per contatto diretto, simile come grafica ma con caratteristiche diverse a quella per imballo (che avvolge la confezione), se messa a contatto con l'alimento, soprattutto se umido (ad esempio pesce o formaggio a pasta molle), cede l'inchiostro utilizzato per la grafica.

FIGURA 1. Raffronto con l'Unione Europea – anni 1993-2012 – Percentuale di irregolarità. Fonte: Ministero della Salute, 2014a

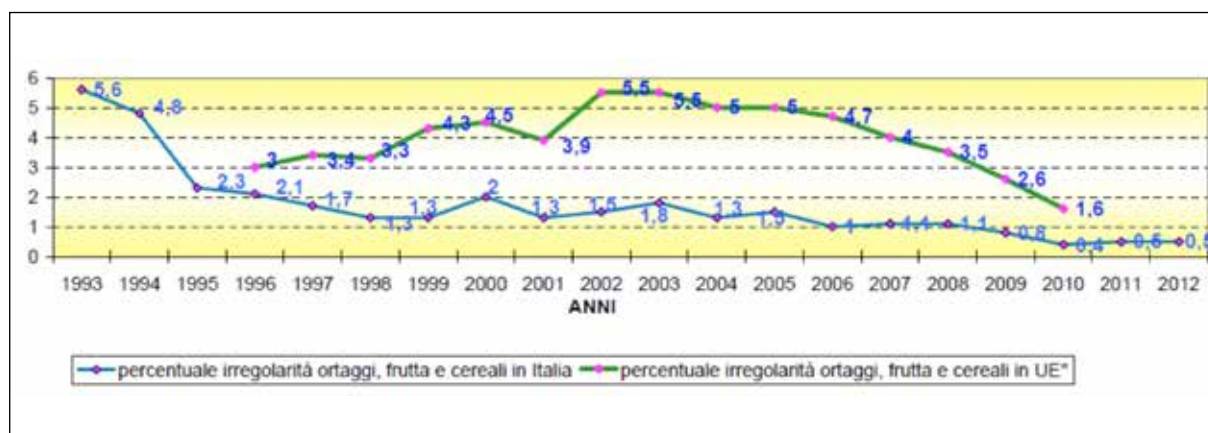
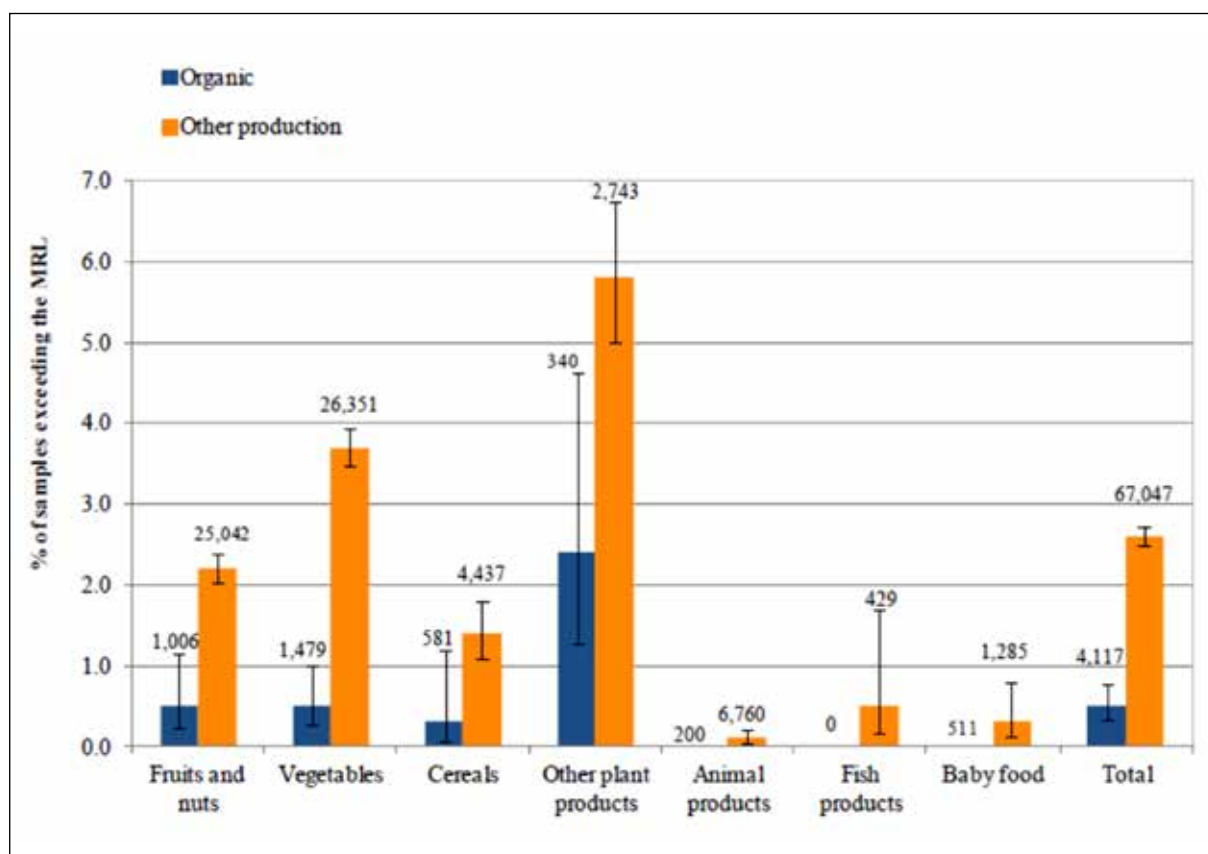


FIGURA 2. Confronto tra la percentuale di campioni che superano il LMR per organico e prodotti convenzionali* Fonte: EFSA, 2014b



* Il numero totale di campioni analizzati per ciascun gruppo alimentare è riportato sopra le barre; l'incertezza statistica del rate di superamento de LMR calcolata è indicato dai rispettivi intervalli di confidenza, inclusi nel grafico.

TABELLA 1. Esempi di sostanze che possono residuare negli alimenti da materiali con loro a contatto.
Fonte: modificato da Mantovani A, Proietti I. 2011.

Contaminante	Principale tossicità	Materiale e rilascio	Come ridurre il rischio
Semicarbazide	Cancerogeno; Interferente endocrino	Guarnizioni plastiche	Sostituzione materiale
Melamina e Formaldeide	Danni ai reni; cancerogeno	Piatti, stoviglie e altri utensili da cucina a base di resina melamminica	No utensili e stoviglie in resina melamminica per frittura, cottura e riscaldamento nel forno a microonde. Se utilizzati a temperature <70°C nessun pericolo
Alluminio	Sistema riproduttivo maschile, embrioni e sistema nervoso	Dieta e materiale a contatto con alimenti	No contatto con alimenti acidi
Nichel	Allergene	Utensili in acciaio inox	Non usare per cottura di alimenti acidi
PFOS & PFOA	Epatotossico; Interferente endocrino	Teflon usurato e dieta	Sostituzione pentole e utensili se usurati
DEHP	Interferente endocrino	PVC, pellicole alimentari	No contatto con alimenti grassi; leggere le istruzioni d'uso
Bisfenolo A	Interferente endocrino	Contenitori di plastiche a base di policarbonato	Usare contenitori in plastica Bisfenolo free

6. RISCHI LEGATI AGLI ADDITIVI E AROMI NEGLI ALIMENTI

PREMESSA

Gli additivi alimentari sono sostanze deliberatamente aggiunte ai prodotti alimentari per svolgere determinate funzioni tecnologiche e sensoriali, ad esempio per colorare, dolcificare o conservare. Il loro impiego trova origini in tempi molto lontani, basti pensare ai metodi casalinghi di conservazione degli alimenti come l'uso dell'olio, dell'aceto, del sale, dello zucchero, del succo di limone. Certo è che l'evoluzione delle tecnologie in campo alimentare ha permesso un'estensione notevole del loro utilizzo, influenzando, insieme a molti altri fattori, in un certo senso anche il cambiamento delle abitudini alimentari: dal consumo di alimenti poco lavorati a quelli sempre più processati. La domanda è rivolta verso prodotti che durino più a lungo, con aspetto/sapore gradevole, già pronti o quasi per il consumo e pensati per un consumatore che non ha tempo, o verso prodotti provenienti da aree geografiche molto distanti; tutto ciò è stato possibile anche grazie all'uso degli additivi. Da qui la necessità di leggi atte a disciplinarne l'utilizzo, identificare le sostanze e a valutarne la sicurezza d'uso, per tutelare tutta la popolazione e, negli ultimi decenni, le fasce di popolazione più sensibili come gli allergici e/o più esposte tra cui i bambini.

Nell'Unione Europea (UE) tutti gli additivi alimentari sono identificati da un numero preceduto dalla lettera E (Ministero della Salute, 2012). I circa 400 additivi permessi attualmente in Italia (Commissione Europea, 2011a; 2011b) sono sempre menzionati nell'elenco di ingredienti degli alimenti in cui sono presenti. Le etichette dei prodotti devono riportare sia la funzione dell'additivo nell'alimento finito (ad esempio, colorante, conservante) sia la sostanza specifica usata, utilizzando il riferimento al relativo numero E o alla sua denominazione (ad esempio, E 415 o gomma di xanthan). Ad ogni numero E è assegnato un livello massimo permesso basato su evidenze scientifiche inerenti a livelli d'uso sicuri, che tengono conto anche di consumi a partire da altre fonti nonché dell'esposizione di gruppi particolari di consumatori (ad esempio le persone allergiche) all'additivo in questione (Commissione Europea, 2011b).

Gli additivi che figurano più comunemente sulle etichette alimentari sono gli antiossidanti (per prevenire il deterioramento da ossidazione), i coloranti, gli emulsionanti, gli stabilizzanti, gli agenti gelificanti, gli addensanti, i conservanti e i dolcificanti (EFSA, 2014).

La loro presenza è rigorosamente regolamentata e controllata. Infatti, prima di poterli utilizzare nella produzione di alimenti devono essere sottoposti ad approfonditi studi tossicolo-

gici. La legge poi stabilisce sia le tipologie di alimenti in cui l'additivo può essere aggiunto sia le quantità massime che i produttori possono utilizzare in un dato alimento (Commissione Europea, 2011a; 2011b; 2008d). Tutto questo ha lo scopo di evitare che con l'alimentazione abituale si superino le Dosi Giornaliere Ammissibili (DGA) di queste sostanze.

Un discorso a parte va fatto per gli aromi. Dal punto di vista strettamente normativo, sono una categoria che non rientra tra gli additivi in senso tecnico; ma sono pur sempre sostanze che si aggiungono agli alimenti per motivi tecnologici. E se per tutte le altre "classi" di additivi la sicurezza d'uso si valuta sulla base della determinazione della dose massima ammissibile e arrivano al termine della valutazione tossicologica con un dossier molto ricco di elementi, così non è per gli aromi. In questo caso, infatti, ci si basa quasi principalmente sulla struttura chimica. Si è costretti a valutazioni più grossolane, perché è quasi impossibile determinarne la quantità presente negli alimenti, la tipologia esatta, o le specifiche caratteristiche tossicologiche di ognuno di loro. Quelli utilizzati sono, come singole sostanze, circa 3000 a cui vanno aggiunte le preparazioni aromatiche. Sull'etichetta alimentare compaiono di solito solo come "aromi" o "aromi naturali".

Nella Tabella 1 sono messe a confronto le caratteristiche di queste due classi di sostanze.

6.1 ADDITIVI ALIMENTARI: LEGISLAZIONE, ORGANISMI DI VALUTAZIONE, CARATTERIZZAZIONE

I livelli delle sostanze chimiche negli alimenti sono un aspetto importante di qualità e sicurezza alimentare. Il consumo continuato di quantità eccessive di queste sostanze può comportare un rischio per la salute del consumatore (EFSA, 2011a). Attualmente in Europa, esiste un complesso quadro normativo e di linee guida che regolamentano l'uso degli additivi, la loro purezza (Commissione Europea, 2008a; 2008b; 2008c), gli alimenti nei quali possono essere aggiunti, la quantità massima da usare (Commissione Europea, 2008d; 2011a; 2011b), e l'etichettatura (Parlamento Europeo, 2011). I numeri E sono un sistema di codifica standardizzato e stanno ad indicare che quelle sostanze chimiche sono state valutate e approvate (EFSA, 2014). L'elenco degli additivi alimentari autorizzati nei prodotti alimentari e loro condizioni d'uso può essere consultato attraverso la banca dati additivi alimentari della Commissione Europea (DG SANCO, 2015).

In Italia, come per gli altri Paesi dell'UE, la valutazione tossicologica e di esposizione tramite la dieta è finalizzata dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) e nello specifico dal Panel di esperti su Additivi Alimentari e sulle Fonti di Nutrienti Aggiunti agli Alimenti (<http://www.efsa.europa.eu/it/fip/aboutfip.htm>), che nel 2003 è subentrata allo Scientific Committee for Food (SCF- http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index_en.html). Nel resto del mondo, esistono diverse autorità che esplicano un simile ruolo, per esempio, il Codex Alimentarius e nello specifico Codex Committee on Food Additives (CCFA) (Codex Alimentarius, 2016), per le Nazioni Unite c'è la FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) (FAO, 2014), la Food Standards Agency (FSA) in Australia e Nuova Zelanda (FSA, 2015), la Food and Drug Administration per gli Stati Uniti (FDA, 2016). Ognuna di queste commissioni conduce regolarmente valutazioni di esposizione alimentare basate su

continui nuovi dati relativi ai livelli di uso, di consumo e sicurezza d'uso. Da queste valutazioni può essere stabilita una Dose Giornaliera Ammissibile (DGA) cioè la quantità di una determinata negli alimenti e nelle bevande, che può essere ingerita giornalmente per tutta la vita senza rischi significativi per la salute. Le DGA sono espresse facendo riferimento al peso corporeo, generalmente in milligrammi (della sostanza) per chilogrammi di peso corporeo al giorno. Esse si basano su l'analisi scientifica di tutti i dati tossicologici disponibili al momento su una determinata sostanza, compresi test a lungo termine realizzati su animali, per determinare il livello senza effetti avversi osservati (NOAEL). Il NOAEL è la più alta concentrazione o quantità di una sostanza, riscontrata mediante osservazione o esperimento, che non causa effetti avversi rilevabili nella popolazione esposta. Il NOAEL viene ridotto di un fattore di sicurezza, per convenzione 100, che giustifica le differenze fra gli animali da esperimento e gli esseri umani (fattore di 10) e le possibili differenze di sensibilità fra gli esseri umani (un altro fattore di 10).

Superare la DGA occasionalmente non deve essere necessariamente motivo di preoccupazione in sé, perché la DGA tiene conto dell'esposizione giornaliera di una sostanza lungo l'arco di tutta la vita.

Caratteristiche e classificazione

Gli additivi per essere utilizzati devono risultare, innanzitutto, necessari, cioè, sulla base delle conoscenze acquisite, non sono sostituibili dalle più aggiornate tecnologie fisiche né dalle biotecnologie note. Senza il loro impiego non è possibile ottenere l'alimento desiderato o evitare forti scarti.

Inoltre, devono garantire il massimo di sicurezza, cioè, sulla base della tossicologia disponibile, dalla loro assunzione non deve derivare alcun danno, né presentare rischio di tossicità per il consumatore anche se il suo consumo dovesse essere protratto per tutta la vita. E' necessario definire per ciascuno di loro, di volta in volta, le "dosi tecnologicamente utili", vale a dire tali da ottenere l'effetto ricercato, secondo il principio fondamentale della "buona pratica" nell'utilizzo tecnologico. La dizione "quanto basta", riportata nelle condizioni d'uso delle leggi, significa che non viene indicata una dose massima ma che devono essere utilizzata, secondo le "norme di buona fabbricazione" (Good Manufacturing Practice-GMP), una dose non superiore a quella necessaria per raggiungere lo scopo prefissato e a condizione che non traggano in inganno il consumatore (Melis, 2012a).

Non in tutti gli alimenti è autorizzato l'uso degli additivi. Ne sono privi: alimenti non trasformati; miele; oli e grassi di origine animale (compreso il burro) o vegetale; latte pastorizzato e sterilizzato (compreso il trattamento UHT) non aromatizzato e panna intera pastorizzata non aromatizzata (tranne panna a ridotto tenore di grassi); prodotti non aromatizzati a base di latte fermentato, non trattati termicamente dopo la fermentazione; latticello non aromatizzato (tranne il latticello sterilizzato); acqua minerale; caffè (tranne il caffè istantaneo aromatizzato) ed estratti di caffè; tè in foglie non aromatizzato; zucchero; pasta secca, esclusa la pasta esente da glutine e/o la pasta per diete ipoproteiche (Commissione Europea 2011a). Tra tutti gli altri additivi, i coloranti presentano anche più restrizioni; non possono essere aggiunti anche a: formaggi, uova, farine, succhi e nettari di frutta, alimenti destinati ai lattanti e ai bambini, compresi alimenti destinati a fini medici speciali per lattanti e bambini nella prima infanzia; bevande alcoliche, confetture (Commissione Europea 2011a).

Molti additivi hanno funzioni diverse e possono, di conseguenza, appartenere a più categorie; tuttavia, sono indicati sempre con la denominazione d'appartenenza a quella classe che ne esplicita l'uso principale. Ogni additivo, comunque sia indicato, compare in etichetta incluso fra gli ingredienti dell'alimento finito (Melis, 2012a).

Nella tabella 2 è riportata la classificazione degli additivi per «categoria funzionale» e cioè in base alla funzione tecnologica che l'additivo alimentare esercita nel prodotto alimentare (Commissione Europea 2008d).

6.1.1 Rischi/benefici nell'uso degli additivi

Come già detto, possono essere utilizzati allo scopo di rendere l'alimento più colorato, di mantenere l'aspetto e la consistenza originari fino al momento del consumo, di prolungare la durata di conservazione ma, spesso, anche di mascherare l'assenza di alcuni ingredienti di valore o l'uso di materie prime di qualità scadente. Di alcuni di loro si potrebbe farne a meno. Esistono tanti altri modi, per esempio, per assicurare la conservabilità di un alimento (essiccazione, conservazione con il freddo, con il caldo, ecc.). Alcuni altri sono invece essenziali per conservare la salubrità di alcuni specifici alimenti. E' il caso dei nitriti aggiunti agli insaccati per evitare la crescita di vari batteri, tra i quali il pericoloso botulino; ma va ricordato che sono sostanze che possono comportare problemi di salute anche seri e quindi è bene limitarne l'assunzione.

In alcuni soggetti gli additivi possono provocare effetti collaterali come reazioni allergiche. I soggetti predisposti hanno in genere una dieta da seguire e sanno quali additivi evitare anche attraverso l'attenta lettura delle etichette alimentari (per approfondimenti link al capitolo 6 e 7). Problemi intestinali possono anche verificarsi quando si eccede nel consumo di alcuni edulcoranti (i polioli): sono effetti collaterali non particolarmente preoccupanti se non nei bambini piccoli, legati al richiamo di acqua a livello intestinale.

Si potrebbe fare a meno anche dei coloranti, se il consumatore si abituasse all'idea che un alimento non deve per forza avere colori molto intensi, e se i produttori puntassero a rendere gradevole alla vista non l'alimento, ma la confezione.

Nei successivi paragrafi verranno descritti alcuni esempi di classi di additivi che negli ultimi anni hanno destato preoccupazione nell'opinione pubblica in merito alla loro sicurezza, opportunità di utilizzo, controindicazioni.

6.1.2 Coloranti

I coloranti alimentari sono additivi alimentari che vengono aggiunti agli alimenti principalmente per le ragioni seguenti:

- per compensare le perdite di colore dovute all'esposizione a luce, aria, umidità e variazioni di temperatura;
- per migliorare i colori naturali;
- per aggiungere colore agli alimenti che altrimenti ne sarebbero privi o sarebbero colorati diversamente.

I coloranti alimentari sono contenuti in numerosi alimenti, tra cui snack, margarina, formaggio, marmellate e gelatine, dolci, bevande ecc.

Nel 2007 l'EFSA ha valutato l'effetto di miscele di determinati coloranti alimentari con il conservante benzoato di sodio sul comportamento dei bambini (EFSA, 2008a), a seguito della pubblicazione di uno studio eseguito da ricercatori dell'Università di Southampton, nel Regno Unito (McCann D et al., 2007) che suggeriva un collegamento tra queste miscele e l'iperattività nei bambini. Gli scienziati dell'EFSA hanno concluso che lo studio in questione forniva solo prove limitate del fatto che le miscele di additivi testati avessero un effetto, seppur minimo, sull'attività e sull'attenzione di alcuni bambini, trovandosi di fronte ad uno studio realizzato appunto su miscele di coloranti e non su singoli composti. Tuttavia, sono stati presi in considerazione gli studi tossicologici più recenti su questi singoli coloranti, decidendo di ridurre la Dose Giornaliera Accettabile (DGA) per giallo chinolina (E104) (EFSA, 2009d), giallo arancio S (E110) (EFSA, 2009c) e rosso cocciniglia A (E124) (EFSA, 2009a) e riconoscendo che parte della popolazione può manifestare intolleranza alla tartrazina (E 102) (EFSA, 2009b) anche al di sotto della DGA.

Nel frattempo il Parlamento Europeo, nel 2008 in piena autonomia, ha optato per una forma di cautela inserendo sull'etichetta alimentare di prodotti contenenti questi additivi la scritta "può influire negativamente sull'attività e l'attenzione dei bambini", agendo quindi in base al principio di precauzione per salvaguardare la salute dei consumatori (Commissione Europea, 2008d).

In un altro caso, l'EFSA ha revisionato le DGA stabilite per un gruppo di quattro coloranti caramello. I coloranti caramello vengono aggiunti agli alimenti per conferire loro una sfumatura più intensa di marrone e sono ampiamente utilizzati in una serie di sostanze alimentari, quali bevande analcoliche aromatizzate, dolciumi, zuppe, condimenti e birra. Si tratta di complesse miscele di composti derivanti dal trattamento termico di alcuni carboidrati (zuccheri), eseguito sulla base di attenti controlli. A seconda del reagente utilizzato per la loro produzione (ammoniaca, solfito o nessun reagente), questi coloranti sono suddivisi in quattro classi e sono generalmente noti con i loro numeri E: E150a, E150b, E150c ed E150d.

Il gruppo di esperti ha stabilito una DGA di gruppo relativa a tutti i coloranti caramello e ne ha fissata una individuale per E150c a causa dell'immunotossicità di uno dei suoi costituenti (EFSA, 2011b), concludendo che, sulla base dei dati disponibili, è possibile che l'uso di coloranti caramello negli alimenti può portare a esposizioni eccedenti le dosi giornaliere ammissibili.

Successivamente l'EFSA ha riveduto la propria stima dell'esposizione dei consumatori a soli tre coloranti caramello (E 150a, E 150c, E 150d) (EFSA, 2012a). La stima aggiornata dell'esposizione è al di sotto della Dose Giornaliera Ammissibile (DGA) stabilita dagli esperti dell'EFSA nel 2011. Tuttavia, per il caramello E 150c, per bambini nella prima infanzia e adulti con livelli di assunzione molto elevati, l'esposizione potrebbe superare le DGA. Le principali fonti di esposizione all'E150c sono i prodotti da forno per i bambini e le bevande alcoliche per gli adulti.

6.1.3 Nitrati e nitriti

I nitrati e i nitriti sono presenti in molti alimenti che noi mangiamo o beviamo. Mentre storicamente i nitrati e i nitriti sono stati considerati come additivi pericolosi e probabili cancerogeni, oggi, da alcuni ricercatori, vengono considerati come nutrienti essenziali per la salute cardiovascolare grazie alla produzione di ossido nitrico (Bryan et al., 2012). Il dibattito scientifico è ancora aperto (per approfondimenti link al dossier ‘frutta e verdura’), ma in questo dossier prenderemo in considerazione esclusivamente le indicazioni rilasciate dalle agenzie internazionali che stabiliscono dei limiti per i nitrati e i nitriti sia per l’assunzione che per il contenuto negli alimenti.

I nitrati sono sostanze relativamente poco tossiche ma circa il 5-7 % del nitrato ingerito è convertito, nella saliva e nel tratto gastrointestinale, nella sua forma più tossica, il nitrito (FAO/WHO, 2003a). I nitrati assumono quindi importanza per la salute dell’uomo in quanto possono essere convertiti in vivo in nitriti i quali interagiscono con l’emoglobina influenzando il meccanismo di trasporto dell’ossigeno dando luogo a condizioni patologiche note come metaemoglobinemia (Bruning-Fann e Kaneene, 1993; FAO/WHO, 2002). I neonati con età inferiore ai tre mesi sono maggiormente vulnerabili agli effetti tossici dei nitrati. Nel 2004 la Commissione europea ha stabilito che 200 mg/Kg sono i livelli massimi consentiti di nitrati in alimenti per bambini (Commissione Europea, 2004). Lo ione nitrito può reagire con amine secondarie e terziarie per formare “N-nitroso compounds” composti risultati carcinogeni in animali da laboratorio (Preussmann e Stewart, 1984; Bruning-Fann e Kaneene, 1993).

Nel 1973 il JEFCA e l’SCF (Scientific Committee on Food) hanno settato come accettabile un’assunzione giornaliera (DGA) di 0-3,7 mg/Kg di sodio nitrato e di 0-0,7 mg/Kg e di 0,06 mg/Kg di sodio nitrito (FAO/WHO, 2003a; SCF, 1997). Pertanto, stando a questi valori, una persona che pesa 60 kg non dovrebbe assumere più di 222 mg di nitrati e di 4,2 mg di nitriti (considerando anche quelli provenienti dalla conversione in vivo del nitrato) al giorno.

Le tre fonti principali di nitrati nella dieta sono i vegetali, l’acqua e le carni trasformate (Walker, 1990; Santamaria, 1997; Keeton, 2011). I nitrati sono presenti naturalmente nel terreno, nelle acque e nei vegetali come conseguenza della fissazione dell’azoto. Il largo utilizzo in agricoltura di fertilizzanti azotati contribuisce significativamente al nitrato presente nelle acque e nei terreni. Negli alimenti questi composti sono presenti significativamente nei vegetali e, visto il loro utilizzo come additivi, nei prodotti trasformati (principalmente nei salumi).

Mentre i nitrati vengono assunti principalmente dalla dieta e solo una piccola quota è di natura endogena, l’esposizione ai nitriti è principalmente endogena soprattutto come risultato della conversione del nitrato.

Nella figura 1 è riportata l’assunzione dei nitrati e dei nitriti dalla dieta, per l’Inghilterra (che rappresenta l’area del nord Europa) e la Francia (che rappresenta l’area del centro-sud Europa) (EFSA, 2008b). Dalle figure si evince che vegetali e frutta sono, per entrambi i Paesi, la maggior fonte di nitrati contribuendo dal 50 al 75 % all’assunzione dalla dieta (figure 1a e 1b). E’ inoltre evidente che la principale assunzione di nitriti deriva dalla conversione del nitrato assunto (figure 1e e 1f).

Con l’avvento dell’agricoltura industriale, le quantità di nitrati e nitriti ingerite sono aumentate notevolmente perché il loro contenuto nei prodotti vegetali è molto più alto che in passato

(quello dei nitrati può essere anche più del doppio) per effetto delle abbondanti concimazioni con nitrati di sintesi.

I vegetali costituiscono il gruppo di alimenti che contribuisce maggiormente all'assunzione giornaliera di nitrati: in Europa, per un'assunzione stimata di 155 mg/die, i vegetali contribuiscono per il 90% all'assunzione giornaliera di nitrati dalla dieta (FAO/WHO, 2003b; (Santamaria, 2006). Da uno studio condotto presso l'INRAN (oggi Centro di ricerca CREA-Alimenti e Nutrizione) (Turrini, et al., 1991) l'intake di nitrati, stimato utilizzando i dati di consumo di vegetali in Italia, risulta di 71 mg/die, e lattuga e bietola sono, tra i vegetali assunti, quelli con il contenuto maggiore in nitrati.

Il loro contributo in nitriti è invece piuttosto basso e tipicamente dell'ordine di 1-2 mg/Kg di vegetale fresco (Walker, 1996). Le patate possono contenere fino a 60 mg NO₂ per Kg di prodotto. Anche vegetali conservati in modo non idoneo e alimenti contaminati mostrano alti valori in nitriti (Santamaria, 1997). 100 g di vegetali che contengono 250 mg di nitrati apportano un valore di nitrato superiore (per una persona di 60 Kg) del 13% della DGA. Considerando inoltre la conversione in vivo del nitrato in nitrito, la stessa porzione porterebbe a superare del 247% la DGA del nitrito. Ciò ha spinto l'Unione europea dal 1997 a fissare per lattuga e spinaci dei limiti massimi di tolleranze per il contenuto in nitrati, fino ad adottare il regolamento No 563/2002 (Commissione Europea, 2002) che stabilisce non solo i limiti permessi per le colture di spinaci e lattuga ma considera anche se la coltura è stata prodotta in estate, inverno, in serra o in campo aperto. Infatti, in inverno le piante non utilizzano al meglio i nitrati che assorbono dal terreno a causa della scarsità di luce e li accumulano al loro interno.

Il contenuto in nitrati dei vegetali è funzione di diversi fattori genetici, ambientali e agronomici come ampiamente dimostrato dalla letteratura (EFSA, 2008b; Santamaria, 2006; Maynard et al., 1976; Corr'e WJ e Breimer, 1979; Santamaria et al., 2001; Lucarini et al., 2012).

Nella tabella 3 è riportata una lista dei vegetali classificati in base al loro contenuto in nitrati (Santamaria, 2006).

I livelli più elevati di nitrati si riscontrano nella rucola, nelle verdure a foglia larga insalata, scarola, spinaci, bieta e in tuberi come il sedano-rapa, la rapa e il ravanella (Tabella 3).

I dati rilevati da uno studio sui prodotti orticoli italiani (Sagratella et al., 2011) mostrano una concentrazione media di nitrati pari a circa 400 mg/kg. Le specie che maggiormente evidenziano livelli elevati concentrazione sono la lattuga (1383 mg/kg), gli spinaci (1311 mg/kg), i broccoli (447 mg/kg), il sedano (1215 mg/kg) ed il finocchio (668 mg/kg). In nessuno dei campioni analizzati la concentrazione di nitrato è risultata essere maggiore al corrispondente limite definito dalla legge.

Sono stati inoltre valutati i livelli di assunzione di nitrato associati al consumo di prodotti orticoli espressi in mg/die combinando i livelli di presenza rilevati analiticamente con i dati di consumo di vegetali in Italia (Leclercq et al., 2009). Per la popolazione adulta l'assunzione giornaliera associata al consumo di prodotti vegetali risultava essere pari a 89,2 mg/die (1.37 mg/kg di peso corporeo) che corrisponde a circa il 37% del valore della DGA stabilita per il nitrato. Per la popolazione dei forti consumatori (95° percentile) il valore di assunzione era di 173 mg/die di nitrato (2.7 mg/kg di peso corporeo), pari a circa il 72% del valore della DGA. L'SCF (1997) ha stabilito come accettabile un'ingestione giornaliera di nitrati pari a 3,65 mg/kg di peso corporeo (237,3 mg/die per un adulto di 65 kg) come somma dei vari contributi di nitrati. La popolazione

italiana, risultava esposta ai nitrati in quantità tollerabile dal punto di vista sanitario.

I nitrati sono solubili in acqua e quindi il lavaggio delle verdure può portare ad una riduzione del 10-15 % del contenuto in nitrati (Dejonckheere et al., 1994; Czarniecka-Skubina et al., 2006). Diminuzioni ancora più evidenti del contenuto in nitrati (dal 16 al 79 %) sono state riscontrate nei processi di cottura dei vegetali (Abo Bakr, 1986; Schuster e Lee, 1987; Dejonckheere et al., 1994; Roszczenko et al., 2001).

Altre fonti alimentari di nitrati possono essere l'acqua e la carne trasformata o conservata.. L'acqua viene dichiarata potabile se il contenuto di sostanze inquinanti è al di sotto dei limiti fissati dalla legge; per i nitrati: nelle acque minerali 45 mg/litro, 10 mg/l se destinate ai bambini; nell'acqua del rubinetto 50 mg/ litro; per i nitriti: 0,5 mg/l (Presidente della Repubblica, 2001). Leggere l'etichetta e scegliere quelle con nitrati assenti o presenti al di sotto di 10 mg/L può servire ad evitare di ingerire nitrati e bere un'acqua poco o per nulla inquinata da altre sostanze, dato che la presenza di nitrati nell'acqua è un buon indicatore del suo stato di contaminazione.

I sali di potassio e sodio di nitrati e nitriti sono utilizzati per la stagionatura di alcuni prodotti a base di carne quali prosciutti e salami principalmente come conservanti e agenti antimicrobici, ma svolgono anche importanti vantaggi di natura organolettica che riguardano la conservazione del colore della carne e l'esaltazione dell'aroma. E' comunque importante sottolineare che ad oggi non sono stati trovati dei validi sostituti di questi additivi che siano in grado di svolgere tutte le funzioni svolte dai nitriti, primo fra tutti la sicurezza igienico-sanitaria, nei prodotti a base di carne. Il nitrito aggiunto alla carne, in determinate condizioni di pH e ambiente riducente, reagisce con la mioglobina muscolare dando luogo alla formazione di nitrosilomioglobina (MbFeIINO), pigmento di un colore rosso brillante molto apprezzato dal consumatore. In alcuni prodotti della salumeria italiana a stagionatura medio-lunga (prosciutti crudi e culatelli), dove è vietato dal disciplinare l'aggiunta di nitriti e nitrati, il colore rosso è dovuto alla trasformazione della mioglobina in zinco porfirina in seguito alla sostituzione del ferro con lo zinco e alla perdita della parte proteica (Parolari et al., 2009). E' sempre lo ione nitrito responsabile dell'azione batteriostatica e delle altre caratteristiche organolettiche; il nitrato ha un'efficacia che è vincolata alla sua riduzione a nitrito e legata ai fattori che consentono tale conversione (microrganismi riducenti etc.). Con i codici europei E 249 (nitrito di potassio), E 250 (nitrito di sodio), E 251 (nitrato di sodio), E 252 (nitrato di potassio) sono utilizzati come additivi nelle carni conservate e, limitatamente ai nitrati, in alcuni formaggi. La direttiva comunitaria 2006/52/CE, prevede il riferimento alla dose massima impiegabile di nitriti e nitrati piuttosto che alla loro quantità massima residua nel prodotto, vista la correlazione tra azione antimicrobica e dose aggiunta. In particolare:

- Nitrito di potassio/nitrito di sodio: 150 mg/kg nei prodotti a base di carne (100 mg/kg per prodotti a base di carne sterilizzati).
- Nitrato di potassio/nitrato di sodio: 150 mg/Kg nei prodotti a base carne non trattati termicamente.

Il consumo di prodotti carnei, se correttamente formulati, contribuisce in bassa misura alle quantità di nitrito e nitrato assunte giornalmente con la dieta, come è stato confermato da uno studio condotto dall'INRAN (oggi Centro di ricerca CREA-Alimenti e Nutrizione) sull'aggiornamento della composizione nutrizionale dei salumi italiani (http://nut.entecra.it/718/SALUMI_ITALIANI__aggiornamento_dei_dati_di_composizione.html). Lo studio ha dimostrato

che, rispetto al passato, il contenuto in nitrati si è molto ridotto negli anni, mentre i nitriti sono, oggi, praticamente assenti. I risultati ottenuti sono frutto sia di un'evoluzione delle tecnologie di produzione legate al rispetto delle regole igieniche e allo sfruttamento delle proprietà batteriostatiche di spezie ed erbe aromatiche che alla messa in atto di protocolli in linea con le nuove normative europee.

Nel 2017 l'EFSA ha pubblicato due pareri scientifici sulla sua valutazione ex novo dei nitriti e nitrati aggiunti agli alimenti come additivi (EFSA, 2017a;b) stabilendo che l'esposizione è contenuta nei livelli di sicurezza per tutte le fasce della popolazione, a eccezione di bambini con elevata esposizione, che potrebbero superare di poco la DGA. L'esposizione da tutte le fonti alimentari può superare la DGA per neonati, bambini piccoli e bambini mediamente esposti, nonché per gli individui altamente esposti di tutte le fasce d'età.

6.1.4 Edulcoranti

Fin dalla loro scoperta e l'introduzione sul mercato, vi è stato un ampio dibattito per quanto riguarda i benefici per la salute e gli svantaggi nel consumo degli edulcoranti (per approfondimenti link al dossier 'zuccheri'). Come additivi, si distinguono in polioli ed edulcoranti intensi e la loro funzione tecnologica è quella di sostituire l'impiego di zuccheri tradizionali (es. saccarosio) nei prodotti a ridotto contenuto di zuccheri, assicurando il sapore dolce e garantendo un ridotto apporto delle calorie. I polioli sono presenti in natura in numerosi vegetali, ma per l'alimentazione sono prodotti industrialmente a partire dai carboidrati. Sono molecole impiegate soprattutto nell'industria dolciaria per dolcificare, ma con meno calorie, ma anche nei prodotti da forno (merendine, biscotti ecc.). Quelli più comunemente usati sono il sorbitolo, il maltitolo, il lattitolo, l'isomalto e lo xilitolo. I prodotti che li contengono non sono però acalorici sono assorbiti lentamente e in modo incompleto dall'intestino, attraverso una diffusione passiva. Per loro non è stata stabilita una DGA, ma un'eccessiva assunzione può causare diarrea dovuta alla fermentazione messa in atto dai batteri della flora intestinale. Per questo motivo sull'etichetta dei prodotti alimentari contenenti più del 10 % di polioli aggiunti, viene riportata la dicitura obbligatoria "un consumo eccessivo può causare effetto lassativo" (Parlamento Europeo e Consiglio, 2011), importante da tener presente soprattutto perché sono molto diffusi in alimenti largamente consumati dai bambini.

Per edulcoranti intensi si intendono sostanze edulcoranti ad alto potere dolcificante. Sono sostanze di sintesi anche se alcuni esistono in natura. I quattro edulcoranti intensi di uso corrente in Italia sono l'acesulfame K, l'aspartame, il ciclamato e la saccarina. Di recente immissione sul mercato, troviamo anche i glicosidi steviolici (estratti della *Stevia rebaudiana*), mentre la neoesperidina DC, la taumatina e il neotame, sono poco comuni in Italia. Gli edulcoranti intensi sono presenti sia nei cosiddetti "edulcoranti da tavola" (in compresse, bustine, polvere o gocce) che nella maggior parte dei prodotti "senza zucchero". La loro caratteristica comune è quella di ridurre il potere calorico e la cariogenicità di alimenti dolci. La loro struttura chimica è estranea ai metabolici normali dell'organismo, è stato quindi necessario effettuare approfonditi studi tossicologici che hanno portato alla definizione della Dose Giornaliera Ammissibile per ciascuno di loro prima di autorizzarne l'uso negli alimenti. Alimenti contenenti aspartame/

sale di aspartame-acesulfame devono essere etichettati col la seguente dicitura: ‘contiene una fonte di fenilalanina’ per tutelare le persone affette da finilchetonuria (Parlamento Europeo e Consiglio, 2011).

Nell’ottica dell’articolo 27 del Regolamento Europeo 1333/2008 sugli additivi alimentari (Commissione Europea, 2008d), l’UE richiede che gli Stati membri provvedono al monitoraggio del consumo e dell’uso degli additivi alimentari come gli edulcoranti su un approccio basato sul rischio (Parlamento europeo, 1996). Uno di questi possibili sistemi è una valutazione dell’esposizione alimentare che offre una visione globale dell’assunzione di un determinato additivo per una popolazione e che consenta di valutare se una certa popolazione o sottopopolazione è a rischio di superamento della DGA per quel rispettivo additivo alimentare. E’ in questo contesto, che il Centro di ricerca CREA-Alimenti e Nutrizione nel 2014 ha condotto uno studio di esposizione nella popolazione italiana partendo da un’indagine di mercato che ha permesso di stabilire l’effettiva presenza e concentrazione (analisi chimiche) di edulcoranti intensi nei prodotti alimentari italiani (Janvier et al., 2015) per poi valutarne l’assunzione da parte della popolazione e verificare l’esistenza di un possibile rischio di superamento della DGA (Le Donne et al, 2017). Le categorie alimentari contenenti edulcoranti intensi presenti in quel momento sul mercato sono risultate essere: prodotti di confetteria (caramelle dure e morbide, gelatine, gomme da masticare), bevande analcoliche (bevande aromatizzate a base di acqua e di succo di frutta, carbonate e non, energy drinks), integratori alimentari, seguite da yogurt ed edulcoranti da tavola, marmellate, yogurt da bere, e per finire, ketchup e gelati (solo due brands e una rispettivamente) (Janvier et al., 2015). In Italia, quindi, solo 8 categorie alimentari su 37 in cui è permessa per legge l’aggiunta di questi additivi, contengono edulcoranti intensi. Rispetto ad altri paesi europei (Huvaere et al., 2012), si è potuta riscontrare una minore diffusione sul mercato di prodotti con edulcoranti in quanto non presenti, per esempio, nelle bevande alcoliche, prodotti da forno (merendine, biscotti, cereali da prima colazione), cioccolato ecc., come invece accade olttralpe. Basandosi sui dati di consumo dell’ultima indagine nazionale INRAN-SCAI 2005-06 (Leclercq et al., 2009), e sui dati analitici di concentrazione dei prodotti in questo momento presenti sul mercato, per tutte le fasce di età della popolazione i livelli di assunzione di edulcoranti intensi sono risultati essere molto al di sotto delle rispettive DGA (Le Donne et al, 2017). La fascia di età che risulta avere un’esposizione maggiore, è stata quella dei bambini 3-10 anni. Altri studi, condotti precedentemente in Italia (Leclercq et al, 1999; Arcella et al, 2004) hanno verificato assunzioni significativamente al di sotto della DGA fissata per i rispettivi edulcoranti. Anche le fonti alimentari dei dolcificanti studiati in passato, sono risultate essere invariate.

Alla luce di questi dati, sembrerebbe si possa affermare che nella popolazione italiana non ci sia un rischio concreto di superamento dei limiti di sicurezza per gli edulcoranti, ma è sicuramente opportuno rivalutarne l’esposizione nel momento in cui saranno disponibili dati aggiornati di consumo alimentari della popolazione.

Il rischio/beneficio di queste sostanze è molto dibattuto in ambito scientifico (vedi dossier ‘Zuccheri ed edulcoranti naturali e sintetici’).

Anche se la loro sicurezza come additivi alimentari è stata valutata e confermata in numerose occasioni da parte dell’EFSA (<http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/sweeteners>), l’uso negli alimenti rimane controverso a causa di effetti collaterali negativi segnalati (proble-

mi di natura neurologica, allergie, disturbi respiratori, possibile influenza sulla regolazione ormonale del sistema digerente, ecc.) associati con l'assunzione (per approfondimenti link al dossier 'zuccheri')

Per ora la legislazione ne vieta l'aggiunta in alimenti destinati ai lattanti e bambini nella prima infanzia (Commissione Europea, 2011a), sembra, quindi ragionevole e opportuno sconsigliarne il consumo anche durante la gravidanza, l'allattamento e nell'alimentazione dei piccoli.

6.1.5 Additivi emergenti: i nanomateriali

Un aspetto emergente nell'ambito delle problematiche di sicurezza legate agli additivi alimentari è quello relativo agli additivi in nanoforma, cioè contenenti particelle aventi almeno una dimensione esterna nell'intervallo fra 1 e 100 nanometri. Vi è un grande interesse in ambito tecnologico intorno allo sviluppo di nanomateriali per applicazioni in ambito alimentare, molti dei quali ricadono nella tipologia applicativa dell'additivo alimentare (Rossi et al., 2014). I nanomateriali presentano proprietà differenti dalle sostanze aventi la medesima composizione chimica ma solubili, oppure formate da particelle più grandi rispetto alla dimensioni proprie della nanoscala, e queste proprietà possono risultare molto utili nella trasformazione alimentare. D'altra parte le peculiari proprietà dei nanomateriali richiedono grande cautela nella loro valutazione di sicurezza, in virtù della capacità di attraversare le membrane biologiche e delle diverse proprietà biocinetiche e tossicologiche che questi agenti chimici presentano rispetto alle sostanze corrispondenti (con la stessa composizione chimica) non nanoformulate (EFSA, 2009e). L'EFSA ha prodotto una prima versione di linee guida per la valutazione del rischio di questi prodotti, soggetta ad aggiornamento secondo il progresso delle conoscenze in un campo che è in rapidissima evoluzione (EFSA, 2011c).

Mentre i nanomateriali che verranno proposti per l'impiego in funzione di additivi alimentari richiederanno una apposita valutazione, anche degli aspetti di sicurezza, prima di poter essere autorizzati, un caso particolare e di particolare attualità è rappresentato da alcuni additivi, autorizzati per l'uso molti decenni fa e ampiamente utilizzati in una varietà di prodotti alimentari, di cui solo recentemente è stata notata la natura di nanomateriali. Questi additivi presentano una frazione in nanoforma variabile, da molto elevata (es. E551, silice amorfa sintetica) a inferiore al 50% delle particella presenti (es. E171, diossido di titanio), la cui origine risiede nei processi impiegati per la loro produzione (Cubadda et al., 2013). Le tipologie di additivi in nanoforma su cui si incentra l'attenzione per le potenziali implicazioni in termini di sicurezza sono soprattutto quelli inorganici, biopersistenti e potenzialmente bioaccumulabili. Questi additivi all'atto della loro autorizzazione non sono stati valutati con una specifica attenzione alle proprietà tossicologiche esibite dai nanomateriali, di cui sono negli ultimi due decenni è andata maturando la consapevolezza. D'altra parte studi recenti (van Kesteren et al., 2015; Tassinari et al., 2014) presentano nuove evidenze che motivano una nuova valutazione del rischio, che in ambito europeo l'EFSA condurrà a breve nell'ambito del programma di rivalutazione degli additivi alimentari (E171 entro il 2015, E551 entro il 2016).

6.2 AROMI: LEGISLAZIONE, ORGANISMI DI VALUTAZIONE, CARATTERIZZAZIONE

Gli aromi non sono destinati ad essere consumati come prodotti tal quali, ma piuttosto sono sostanze aggiunte agli alimenti al fine di conferire o modificare un aroma e / o il gusto del cibo.

La normativa suddivide gli aromi in sette diverse categorie (Parlamento Europeo, 2008a):

- Sostanze aromatizzanti - sono sostanze chimicamente definite con proprietà aromatizzanti come, per esempio, quali citrale che dà gusto di limone alle bevande di agrumi. Essi possono essere naturali o non naturali.
- Preparazioni aromatiche - sono prodotti diversi dalle sostanze aromatizzanti, soddisfano la definizione di aromatizzanti e sono ottenuti da cibo o altro materiale di origine vegetale, animale o microbiologica, come l'olio di arancia o di estratto di vaniglia. Sono sempre naturali.
- Aromi ottenuti per trattamento termico - questi aromi sono ottenuti da processi di riscaldamento di una miscela di aminoacidi contenenti ingredienti (fonti di azoto) e uno zucchero riducente. E' quello che avviene, per esempio, durante la cottura del pane. Essi sono utilizzati per brodi sapore, zuppe istantanee, sughi e salse.
- Aromatizzanti di affumicatura - sono gli aromi ottenuti per frazionamento e purificazione di un fumo condensato e utilizzati principalmente per conferire un sapore di affumicatura agli alimenti come la carne o il pesce come alternativa ai processi tradizionali di affumicatura.
- Precursori di aroma - un prodotto, che di per sé non ha necessariamente proprietà aromatizzanti, aggiunto intenzionalmente agli alimenti al solo fine di produrre un aroma mediante scomposizione o reazione con altri componenti durante la trasformazione degli alimenti.
- Altri aromi - questi sono gli aromi che vengono aggiunti agli alimenti per fornire odore e / o sapore, ma non rientrano in nessun'altra categoria sopradescritta, per esempio, sono il sapore griglia o il rum etere.
- Ingrediente alimentare con proprietà aromatizzanti - è un ingrediente diverso dagli aromi che può essere aggiunto agli alimenti allo scopo principale di aggiungerne o modificarne l'aroma e che contribuisce significativamente alla presenza negli alimenti di alcune sostanze indesiderabili presenti in natura.

Esempi di ciascuna categoria sono presentati nella tabella 4.

Per l'idonea identificazione della sostanza e per il suo corretto uso commerciale è necessaria la conoscenza delle caratteristiche fisiche e chimiche. La semplice differenza tra due stereoisomeri è sufficiente a conferire alle molecole non solo due odori distinti, ma anche caratteristiche tossicologiche estremamente diverse (Melis, 2012b).

Dal punto di vista tossicologico, gli aromi vengono divisi in base alla classe di appartenenza (I, II, III), per ciascuna delle quali è stato definito un livello di assunzione giornaliera al di sotto del quale si considera che non ci sia pericolo per la salute umana. Per le classi I, II, III sono stati fissati rispettivamente i livelli di 1800, 540, 90 mg a persona al giorno (Cramer et al., 1978).

L'EFSA ha svolto un ruolo importante nella predisposizione di un elenco, valutando la si-

curezza di migliaia di sostanze aromatizzanti (EFSA, 2014). Tutte le sostanze presenti in commercio sono state suddivise in gruppi chimici e ogni gruppo è stato valutato singolarmente, esaminando i singoli composti in termini di sicurezza per la salute umana.

Il regolamento (CE) n. 2232/96 (Parlamento Europeo, 1996) ha fissato le principali norme relative all'utilizzo degli aromatizzanti negli alimenti nell'UE e inaugurato una procedura per istituire a livello di Unione europea un elenco di aromatizzanti che disciplina gli aromi che possono essere aggiunti agli alimenti. Gli aromatizzanti vengono inclusi nell'elenco UE al termine di un esaustivo programma di valutazione della loro sicurezza. Gli Stati membri hanno notificato alla Commissione europea oltre 2000 sostanze, autorizzate a livello nazionale, da includere nel programma. Tra di esse vi sono molte sostanze presenti in natura.

Il Regolamento n. 1331/2008 (Parlamento Europeo, 2008b) ha introdotto una procedura comune di autorizzazione per additivi, enzimi e aromatizzanti da impiegare negli alimenti, sulla base dei pareri scientifici dell'EFSA ed è divenuto pienamente attuativo nel 2011. Nel 2012 la Commissione europea ha stabilito un elenco di sostanze aromatizzanti che possono essere impiegate nell'UE adottando due nuovi regolamenti sugli aromatizzanti alimentari per armonizzare e chiarire le regole per l'utilizzo di tali sostanze nell'UE (Commissione Europea, 2012). Le sostanze aromatizzanti che non sono in elenco sono state bandite al termine di un periodo transitorio di 18 mesi.

In passato gli Stati membri hanno adottato approcci normativi diversi, nella maggior parte dei casi scegliendo di non disciplinare l'uso degli aromi. Il quadro legislativo è ora stato armonizzato. L'EFSA ha impiegato un decennio per valutare le migliaia di aromi presenti sul mercato e le loro affidabilità, concludendo che la maggior parte delle sostanze aromatizzanti non danno adito a preoccupazioni per la sicurezza ma, d'altra parte, ha chiesto ai produttori di fornire ulteriori dati su circa 400 sostanze per dubbi correlati alla possibile genotossicità. Queste 400 sostanze sono in standby e saranno rivalutate una volta che i dati richiesti saranno ricevuti (EFSA, 2014).

Quando l'EFSA valuta le sostanze aromatizzanti, assegna loro un numero di identificazione univoco chiamato numero FL che deriva dalla parola "FLAVIS" e significa sistema informativo europeo sugli aromi (EU flavouring information system). Un numero FL non viene utilizzato per scopi di etichettatura. La banca dati, di pubblico accesso, degli aromi autorizzati in Europa, è disponibile sul sito della Commissione Europea (https://webgate.ec.europa.eu/sanco_foods/main/?event=display). Questo database costituisce uno strumento informativo sulle sostanze aromatizzanti approvate per l'uso nei prodotti alimentari nell'UE e sulle condizioni d'uso. Contiene anche le sostanze aromatizzanti che possono attualmente rimanere sul mercato fino alla conclusione delle procedure di valutazione del rischio e di autorizzazione, e viene di volta in volta aggiornato.

Gli aromi negli alimenti sono etichettati secondo le norme di cui alla direttiva 2000/13/CE (Parlamento Europeo, 2000). In generale, se è necessario indicare gli ingredienti, gli aromi possono essere etichettati con il nome della categoria o con il nome specifico, come ad esempio la vanillina. Tuttavia, la caffeina e il chinino utilizzati come aromi devono essere sempre etichettati con il nome specifico. A complemento di queste norme in materia di etichettatura, il regolamento 1334/2008 (Parlamento Europeo, 2008a) stabilisce i requisiti specifici per l'uso del termine "naturale": l'obbligo di specifiche informazioni dovrebbero garantire che i consu-

matori non siano indotti in errore in merito alla fonte del materiale utilizzato per la produzione degli aromi naturali. In particolare, se il termine naturale è usato per descrivere un aroma, i componenti aromatizzanti utilizzati dovrebbero essere interamente di origine naturale. In aggiunta, la fonte degli aromi dovrebbe essere sempre descritta in etichettata, tranne se non è riconosciuta nel sapore e nel gusto del cibo. Se una fonte è menzionata, almeno il 95% del componente aromatizzante dovrebbe essere ottenuto dal materiale a cui si riferisce. Siccome l'uso di aromi non deve trarre in inganno il consumatore, il restante 5% può essere usato soltanto per la standardizzazione o dare, per esempio, una nota fresca, pungente, più matura o acerba all'aroma.

Questa è la cosiddetta regola del 95% e significa, ad esempio, che il 95% di un "aroma di vaniglia naturale" deve essere ottenuto da bacche di vaniglia.

Guardando il caso di un aroma di arancia al 100% proveniente da arance e contenente limonene, questo potrebbe essere descritto come "aroma naturale di arancia" o "sostanza aromatizzante naturale (limonene)" (nel caso del limonene naturale ottenuto da arance). Se, invece, l'aromatizzante contenente limonene è ottenuto per sintesi chimica, l'etichettatura dovrebbe mostrare solo "aromi" o "aroma di arancio", sarebbe accettabile anche "aroma (contenente limonene)".

6.2.1 Limitazioni d'impiego e aromi non autorizzati

Non sono previsti limiti massimi negli alimenti per la maggior parte degli aromi e ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti. L'uso delle sostanze aromatizzanti è concesso conformemente alle buone prassi di fabbricazione. Con la pubblicazione dell'elenco degli aromi autorizzati, le sostanze soggette a limitazioni d'uso possono essere inserite solo nelle categorie alimentari elencate e alle condizioni specificate. Per pochissimi aromi è stato definito questo livello d'uso dal punto di vista quantitativo e le categorie alimentari in cui è permessa l'aggiunta come sostanze aromatizzanti. Di seguito alcuni esempi (Commissione Europea, 2012):

D-canfora: fonti tipiche sono le erbe, come il basilico, coriandolo, maggiorana, rosmarino e salvia e gli alimenti che possono contenere queste spezie sono le caramelle, gelati, bevande, formaggi.

Nel suo parere adottato nel 2008 l'EFSA (EFSA, 2008c) ha raccomandato di definire un livello d'uso massimo per la d-canfora al fine di garantire che l'esposizione a tale sostanza non ecceda i 2 mg per kg di peso corporeo al giorno in tutte le fasce d'età, in particolar modo per i bambini sotto i 6 anni per i quali la potenziale esposizione acuta (quantità di cibo ingerito in 1 giorno) è risultata essere più alta che negli adulti.

Chinina: Nel 1988 l'SCF (Comitato Scientifico dell'alimentazione umana) non ha sollevato obiezioni, da un punto di vista tossicologico, all'uso della chinina nelle bevande amare ai livelli attuali (fino a un massimo di 100 mg/l). Pur non contestando tale valutazione, l'EFSA raccomanda di riesaminare la banca dati tossicologica sulla chinina. In attesa della nuova valutazione, l'uso di tre sali di chinina viene limitato nelle bevande analcoliche e alcoliche.

Acido glicirrizico: è presente in natura nella liquirizia ed usato come aroma nei prodotti che richiamano la presenza di liquirizia (gomme da masticare, caramelle, bevande, dessert). L'as-

sunzione fino a 100 mg al giorno non desta preoccupazioni in materia di sicurezza ma esistono sottogruppi di popolazione per i quali tale soglia potrebbe non offrire una protezione sufficiente. In tali categorie ci sono persone con ridotta attività dell'11-beta-idrossisteroide deidrogenasi-2 (l'enzima bersaglio dell'acido glicirrizico), le persone con tempo di transito gastrointestinale prolungato, e persone con ipertensione o squilibri elettroliti (SCF, 2003a; EFSA, 2008d).

Si è ritenuto opportuno, quindi, definire condizioni d'uso specifiche per l'acido glicirrizico e la sua forma ammoniaca come sostanze aromatizzanti nei derivati del latte, gelati, confetterie e gomme da masticare. Per i dolci e bevande contenenti questa sostanza o contenenti liquirizia, inoltre, c'è l'obbligo in etichetta della dicitura "contiene liquirizia" fino a una concentrazione pari o superiore a 100 mg/kg o 10 mg/l e "contiene liquirizia - evitare il consumo eccessivo in caso di ipertensione" a concentrazioni pari o superiori a 4g/kg per i soli dolci (Parlamento Europeo e Consiglio, 2011).

Caffeina: è un composto naturalmente presente in parti di piante come chicchi di caffè e cacao, foglie di tè, bacche di guaranà e noce di cola. L'EFSA ha rilasciato la valutazione sulla sicurezza della caffeina nel 2015 (EFSA, 2015). Viene aggiunta normalmente a tutta una serie di alimenti come pasticceria al forno, gelati, dolci e bevande a base di cola. La caffeina è presente anche nelle bevande energetiche insieme ad altri ingredienti come la taurina e il glucuronolattone. È inoltre presente assieme alla sinefrina anche in alcuni integratori alimentari venduti come dimagranti e miglioratori della prestazione sportiva. Anche alcuni farmaci e cosmetici contengono caffeina. Tra gli effetti nocivi di breve termine su adulti e bambini possono verificarsi disturbi del sistema nervoso centrale come sonno interrotto, ansia e variazioni del comportamento. A lungo termine il consumo eccessivo di caffeina è stato associato a problemi cardiovascolari e, in donne in gravidanza, a un ridotto sviluppo del feto. Dosi singole di caffeina fino a 200 mg, circa 3 mg per kg di peso corporeo (mg/kg pc) da ogni fonte non destano preoccupazioni in termini di sicurezza per la popolazione adulta e sana in generale. D'altra parte, dosi singole di 100 mg (circa 1,4 mg/kg pc) di caffeina possono influire sulla durata e sulla qualità del sonno in alcuni adulti, soprattutto se consumate poco prima di andare a dormire. Si è concluso che il contributo delle bevande energetiche per l'assunzione complessiva di caffeina non era una questione di preoccupazione per gli adulti. Per i bambini, invece, il consumo di bevande energetiche o tipo cola, potrebbe rappresentare un aumento dell'esposizione alla caffeina che potrebbe causare stati di eccitazione, irritabilità, nervosismo. Per le donne in gravidanza un consumo fino a 200 mg/die è da considerarsi sicuro, ma rimane aperta la questione sui possibili effetti per un consumo superiore.

Quando la caffeina viene usata come aromatizzante, si è ritenuto opportuno stabilire una limitazione d'uso nelle bevande analcoliche, derivati del latte, gelati, prodotti di confetteria (con un range di 70-150 mg/kg a seconda del prodotto). Inoltre c'è l'obbligo in etichetta per bevande e alimenti con un livello di caffeina superiore a 150 mg/l di aggiungere la seguente dicitura "tenore elevato di caffeina. Non raccomandato per i bambini e durante la gravidanza e l'allattamento" (Parlamento Europeo e Consiglio, 2011).

Dal 2003 la Commissione Europea, insieme con l'EFSA, ha valutato la sicurezza di migliaia di sostanze aromatizzanti. I lavori hanno portato a una lista di 2500 sostanze aromatizzanti dichiarate idonee al consumo umano e sette sostanze ad essere bandite completamente, perché giudicate inaccettabili dal punto di vista tossicologico a causa di potenziali minacce per la salute

in materia di cancro, tumori e sterilità. Quasi tutte sono componenti naturali di erbe e spezie comunemente utilizzate nella tradizione culinaria mediterranea.

I sette aromi vietati:

- Metileugenolo (4-allil-1,2-dimetossibenzene): ritirato dal Registro comunitario con la decisione della Commissione 2002. E' comunemente usato come agente aromatizzante in gelatine, prodotti da forno, bevande analcoliche, gomme da masticare, condimenti, gelati e come un profumo in diversi prodotti cosmetici. Si tratta di un componente naturale di un certo numero di piante, come la noce moscata, pimento, citronella, dragoncello, basilico, anice stellato e finocchio.
- Estragolo (1-allile-4-metossibenzene): ritirato dal Registro comunitario con la decisione della Commissione 2002. Si presenta naturalmente negli oli essenziali di una varietà di alimenti, tra cui dragoncello, basilico, finocchio dolce, anice stellato. Estragolo veniva aggiunto a circa 28 categorie di prodotti alimentari, che comprendeva le bevande alcoliche, pesce in scatola, grassi e oli. Secondo un rapporto del comitato. E' considerato genotossico e cancerogeno, ma non mutageno.
- Capsaicina N- (4-idrossi-3-metossibenzil) -8-methylnon-6-enamide: ritirato dal Registro comunitario con la decisione 2004. È un composto attivo del peperoncino e pepe di cayenna, utilizzato come aroma alimentare in salse piccanti e bevande in modo da creare una sensazione di calore. E' stata riconosciuta essere genotossica in vitro e in vivo. L'elevato consumo di peperoncini in Messico e in India è stato segnalato per essere un fattore di rischio per il cancro. Anche se la dose massima giornaliera nell'Unione europea è molto più bassa rispetto ai livelli di assunzione associato al cancro, l'aggiunta di capsaicina in quanto tale agli alimenti deve essere evitato.
- Propilparabene (propil-4-idrossibenzoato) e pentano-2,4-dione: ritirato dal Registro comunitario con la decisione della Commissione 2005. E' una sostanza naturale che si trova in molte piante e alcuni insetti. Una versione sintetica è usata in prodotti cosmetici, farmaceutici. E' genotossico in vitro e in vivo.
- Pentan-2,4-dione (acetilacetone): ritirato dal Registro comunitario dalla decisione della Commissione 2005. E' risultato essere genotossico sia in vitro che in vivo. Il gruppo di esperti scientifici AFC ha stabilito pertanto che, sulla base delle evidenze attuali, il suo uso come sostanza aromatizzante non è accettabile per motivi di sicurezza.
- Acetamide: ritirato dal Registro comunitario con la decisione 2006. E' chiaramente cancerogeno in entrambi topi e ratti, e anche se il meccanismo di formazione del tumore non è nota, la possibilità di un meccanismo genotossico non può essere trascurata. Il JECFA ha ritenuto inadeguato tale composto come agente aromatizzante e cancellato dal registro.
- 2-metilbuta-1,3-diene: ritirato dal Registro comunitario con la decisione 2008. Negli esperimenti su animali 2-metilbuta-1,3-diene ha mostrato potenziali effetti genotossici e cancerogeni negli animali da esperimento e "possibilmente cancerogeno per l'uomo", secondo un rapporto CE. La possibilità di un meccanismo genotossico non poteva essere esclusa e il JECFA non ha ritenuto opportuno l'utilizzo come agente aromatizzante.

Le sostanze aromatizzanti che non hanno ricevuto un parere favorevole sul piano della sicurezza perché riconosciute avere effetti negativi sulla salute, tra cui potenziale cancerogenicità

se consumato in quantità eccessive, sono elencate nella parte A dell'allegato III del regolamento (CE) n. 1334/2008 relativa alle sostanze che non sono aggiunte nella loro forma originale agli alimenti o che sono state cancellate dal repertorio con le decisioni della Commissione (2005/389/CE; 2006a/252/CE; 2008/478/CE).

La parte B del medesimo regolamento riporta i livelli massimi per la maggior parte di queste sostanze indesiderabili, in un gamma di prodotti alimentari composti che contribuiscono maggiormente all'assunzione della sostanza. Questi livelli massimi tengono conto della necessità di tutelare la salute umana, pur riconoscendo la loro inevitabile presenza nei cibi tradizionali (FSAI, 2012). La legislazione specifica inoltre che queste sostanze non dovrebbero essere aggiunte agli alimenti, ma possono essere presenti negli alimenti, fino al livello massimo specificato solo come risultato dell'uso di aromi e/o ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti. Per il metileugenolo, safrolo, estragolo i tenori massimi non si applicano quando un alimento composto non presenta aggiunte di aromatizzanti, e i soli ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti che sono stati aggiunti sono erbe e spezie freschi, essiccate o congelate. La tabella 5 riassume le caratteristiche degli aromi sopradescritti, riporta i tenori massimi stabiliti per le specifiche categorie alimentari.

Non sono state stabilite le quantità massime di sostanze come acido agarico, aloina, capsaicina, o ipericina, che sono anche classificati come sostanze indesiderabili, in quanto non vi sono dati di sicurezza sufficienti. Per la capsaicina (il sapore predominante nel peperoncino) è stato concordato che, per le sue caratteristiche sensoriali, il suo uso è autolimitante, e non sono stati richiesti limiti massimi negli alimenti.

Gli operatori del settore alimentare sono tenuti a tener conto della presenza di queste sostanze quando usano ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti e/o aromi nella preparazione di tutti gli alimenti, al fine di garantire l'immissione sul mercato di alimenti sicuri.

L'EFSA sottolinea l'importanza in ambito di sicurezza alimentare delle sostanze naturalmente presenti in piante, spezie, erbe aromatiche che possono essere un pericolo per la salute umana, pubblicando un compendium di circa 900 voci botaniche (su segnalazione degli stati membri), individuando per ciascuno di essi il nome scientifico, i sinonimi più comuni, la parte della pianta contenente il composto potenzialmente pericolo, la chimica, osservazioni specifiche e riferimenti rilevanti per la valutazione della sicurezza (EFSA, 2012b).

6.2.2 Le maggiori fonti di esposizione ad aromi nella prima infanzia e in età scolare

Leggendo le etichette dei prodotti per la prima infanzia ci si accorge che gli aromi sono aggiunti in tutti i tipi di latte di crescita, in tutti i biscotti, in molte farine lattee, merende e pappe pronte. Hanno la funzione di attribuire un sapore all'alimento in modo che sia gradito al bambino e probabilmente anche a chi glielo somministra. Non sono invece aggiunti nelle formule latte utilizzate fino a 12 mesi. Questo non perché sia espressamente vietato dalla legge di riferimento per gli aromi (Commissione Europea, 2012), ma per ottemperare quanto stabilito della Direttiva 2006/141/CE che regola gli alimenti per lattanti e gli alimenti di proseguimento, che, allo scopo di favorire e sostenere l'allattamento al seno, prevede che questi prodotti non possano essere oggetto di promozione e conferire un aroma gradevole all'alimento sarebbe un

forma di promozione (Commissione delle Comunità Europee, 2006b).

Oltre agli aromi aggiunti occorre porre attenzione agli aromi naturalmente presenti nelle tisane. Una recente pubblicazione sul contenuto di estragolo naturalmente presente nelle tisane ottenute a partire dai semi di finocchio in commercio in Italia (Raffo et al., 2011) è stata l'occasione per ricordare che secondo l'EMEA (European Medicines Agency) è sconsigliato l'uso di queste tisane nei bambini al di sotto dei 4 anni, in assenza di una specifica indicazione del pediatra, e nelle donne in gravidanza (EMEA, 2007). Infatti l'estragolo è una sostanza cancerogena e potenzialmente genotossica (vedi tabella 5).

In età scolare la prima fonte di aromi aggiunti è costituita dalle bibite analcoliche tra cui le bibite a base di succo di frutta che sono quasi sempre aggiunte di aromi (e di molti altri additivi) e sono difficili da distinguere dai succhi di frutta al 100% e dai nettari che invece non possono essere aromatizzati. Spesso la scelta del produttore di non aggiungere aromi implica anche una maggior attenzione nella scelta di materie prime di qualità.

6.2.3 Aromatizzanti di affumicatura

Gli aromatizzanti di affumicatura sono disciplinati in maniera distinta dagli altri aromi, in quanto sono costituiti da complesse miscele di sostanze derivate da specifici processi volti a ottenere quel tipo di sapore, che sono all'origine di problemi di sicurezza diversi. Essi sono soggetti al Regolamento UE n. 2065/2003 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2003) che fissa le procedure per la loro valutazione e autorizzazione all'impiego nell'UE. Il Regolamento n.1321/2013 ha stabilito l'elenco ufficiale degli aromatizzanti di affumicatura autorizzati nell'UE (Commissione Europea, 2013). Nel 2007 il gruppo di esperti ha pubblicato un parere su un aromatizzante di affumicatura che aveva destato particolare preoccupazione e che il gruppo aveva riscontrato essere genotossico negli animali. Questo prodotto è stato successivamente ritirato dal mercato (EFSA, 2007). Nel 2009 sono poi stati adottati una serie di pareri su altri 11 aromatizzanti di affumicatura (EFSA, 2010). Nel 2011 l'EFSA ha aggiornato la sua precedente valutazione sulla sicurezza degli aromatizzanti di affumicatura Fumokomp e Zesti Smoke Code 10. In base alle nuove informazioni fornite dai produttori, gli esperti dell'EFSA affermano che Fumokomp, all'uso e ai livelli d'uso proposti, non suscitava timori per la sicurezza. I nuovi dati su Zesti Smoke Code 10 hanno tuttavia determinato un margine di sicurezza ancora insufficiente, ragion per cui l'EFSA ha concluso che il suo utilizzo, agli usi e ai livelli d'uso proposti, dà adito a timori quanto a sicurezza (EFSA, 2011d,e).

6.3 RISCHIO DI SUPERAMENTO DEGLI 'HEALTH-BASED GUIDANCE VALUES' O DGA

Tutte le sostanze chimiche possono essere potenzialmente tossiche. Il possibile effetto di tali sostanze chimiche sulla nostra salute e sicurezza dipende dal nostro livello di esposizione ad esse, ad esempio attraverso gli alimenti che mangiamo o altre fonti di esposizione ambientale. Ecco perché le organizzazioni scientifiche effettuano rigorose valutazioni del rischio di tutte

le sostanze chimiche proposte per essere utilizzate negli alimenti, al fine di determinare quali sostanze possono essere utilizzate e in che misura. In questo modo si garantisce che l'uso di sostanze chimiche negli alimenti e sulle colture (ad esempio i pesticidi) non abbia effetti avversi sulla salute animale o umana e sull'ambiente (EFSA, 2013).

Le metodologie per valutare l'esposizione a sostanze chimiche attraverso la dieta devono sempre prendere in considerazione gli individui che consumano quantità relativamente grandi di alimenti contenenti alte concentrazioni di sostanze che possono portare a un rischio per la salute (European Commission, 1998; WHO, 2009, EFSA, 2011a). La definizione di alti consumatori è cruciale per l'esito della valutazione del rischio perché, in pratica, fornisce una misura della percentuale di popolazione che potrebbe superare i valori limite di sicurezza per la salute (health-based guidance values) e indica se devono essere intraprese delle misure di gestione del rischio.

In relazione alla vulnerabilità, i neonati, i bambini, le donne in gravidanza e in allattamento sono considerati importanti gruppi di popolazione all'interno della maggior parte dei settori relativi agli studi sulla sicurezza alimentare (WHO, 2009). I dati relativi ai modelli di consumo degli anziani, in particolare di quelli di età superiore a 75 anni, sono di particolare interesse quando si tratta di agenti biologici, mentre non sono una priorità quando allo studio ci sono le sostanze chimiche. La loro vulnerabilità riguarda una diminuita efficienza del sistema immunitario con l'aumentare dell'età che li rende più a rischio di infezione e più colpiti da malattie trasmissibili.

Per quanto riguarda i diversi gruppi di popolazione per cui è necessaria una attenta valutazione, neonati e bambini piccoli sono considerati i più esposti. Nella maggior parte dei casi, l'esposizione valutata in questo gruppo di popolazione è superiore a quella stimata per tutte le altre classi di età e guida il processo di valutazione del rischio (EFSA, 2011a).

In linea generale, si può assumere che le sostanze tossiche possono interferire con i processi di crescita e di sviluppo tipiche dell'infanzia e che le funzioni fisiologiche immature del feto e dei bambini rendono questo gruppo maggiormente vulnerabile. Si ipotizza pertanto che una stessa esposizione, sia cronica che acuta ed espressa per kg di peso corporeo, possa avere conseguenze più serie rispetto agli adulti, almeno nella prima infanzia. Inoltre, quello che distingue maggiormente l'esposizione di un bambino rispetto a quella di un adulto è che il suo consumo di alimenti e bevande, riferito al peso corporeo, è molto più elevato (Lowik, 1996; WHO, 2009). Infatti i suoi fabbisogni sono maggiori in termini di calorie e di acqua. Questo implica, a parità di concentrazione di sostanze nella dieta, una maggiore esposizione nel bambino rispetto all'adulto. Il rischio di superamento dei valori soglia di assunzione per kg di peso corporeo, definiti a partire da studi tossicologici, è quindi maggiore. I consumi alimentari di un bambino sono però anche qualitativamente diversi da quelli dell'adulto e cambiano rapidamente a seconda della fascia di età. Questa diversità può implicare una minore esposizione ad alcune sostanze ed una maggiore esposizione ad altre. Nella prima infanzia, l'elevata fedeltà alle marche ed ai singoli prodotti specifici, implica una maggiore esposizione ad alcune sostanze aggiunte a questi alimenti rispetto a quella dell'adulto. Anche in età scolare la scarsa varietà della dieta è uno dei principali fattori di rischio per l'ingestione di quantità eccessive di sostanze chimiche. Molti bambini adottano stili alimentari particolarmente monotoni consumando, con elevata frequenza, un numero limitato di alimenti da loro preferiti.

6.4 KEY-POINTS

- Gli additivi alimentari sono sostanze deliberatamente aggiunte ai prodotti alimentari confezionati per svolgere determinate funzioni tecnologiche e sensoriali, ad esempio per colorare, dolcificare, conservare, conferire un particolare sapore.
- Tutte le sostanze chimiche possono essere potenzialmente tossiche. Il possibile effetto di tali sostanze sulla nostra salute e sicurezza dipende dal nostro livello di esposizione ad esse.
- I neonati, i bambini, le donne in gravidanza e in allattamento sono considerati importanti gruppi di popolazione all'interno della maggior parte dei settori relativi agli studi sulla sicurezza alimentare. Sicuramente, neonati e bambini piccoli sono i più vulnerabili e potenzialmente più esposti, a causa del consumo di alimenti e bevande, riferito al peso corporeo, più elevato rispetto ad un adulto. Questo implica, a parità di concentrazione di sostanze nella dieta, una maggiore esposizione nel bambino rispetto all'adulto.
- Leggere le etichette e scegliete sistematicamente i prodotti che contengono meno additivi è sicuramente un modo per diminuire la nostra esposizione e scegliere prodotti di qualità: una lunga lista di additivi può indicare che il produttore non abbia utilizzato materie prime di qualità per quell'alimento: può essere opportuno evitare i prodotti con un colore troppo appariscente, che rivela chiaramente la presenza di coloranti; prestare attenzione alla presenza o meno di aromi può guidare a scelte di qualità: se in uno yoghurt con pezzi di fragola c'è stata la necessità di aggiungere l'aroma di fragola, può far intendere che la materia prima di partenza non era di buona qualità o che le caratteristiche organolettiche si sono perse durante il processo di produzione; non pensare che la parola 'naturale' associata agli aromi sia indice di sicurezza: quasi tutti gli aromi esclusi dalla lista positiva europea sono principi attivi naturali presenti in molte erbe e spezie della nostra tradizione culinaria.
- Prediligere alimenti freschi e variare il più possibile la scelta anche quando si tratta di acquistare alimenti confezionati è sicuramente il comportamento da adottare per evitare un'esposizione costante alle stesse sostanze. Questa abitudine dovrebbe essere sempre intrapresa quando si acquistano alimenti destinati ai più piccoli che adottano stili alimentari particolarmente monotoni consumando, con elevata frequenza, un numero limitato di alimenti da loro preferiti.

TABELLA 1. Additivi e aromi a confronto: cosa li accomuna e cosa li distingue

	ADDITIVI	AROMI
Cosa hanno in comune	Non hanno proprietà nutritive Sono aggiunti intenzionalmente nei prodotti trasformati per motivi tecnologici Possono essere naturali o artificiali La loro presenza deve essere riportata in etichetta nell'elenco degli ingredienti	
	<i>Cosa li distingue</i>	
Funzioni	Migliorano o mantengono le qualità organolettiche (coloranti, addensanti, ecc.) e le caratteristiche igieniche (conservanti) del prodotto	Migliorare o determinano l'aroma del prodotto
Numerosità	Circa 400 sostanze	Circa 3000 singole sostanze aromatizzanti, oltre alle preparazioni aromatiche
Stato attuale della legislazione	Esiste una lista positiva con Livelli Massimi Permessi per quasi tutti gli additivi	Recente l'elenco degli aromi ammessi. Solo per alcuni sono stati stabiliti delle limitazioni quantitative di impiego. Solo 7 sono nella lista negativa
Come si valuta la sicurezza d'uso	Ogni singolo additivo è oggetto di una valutazione di sicurezza d'uso	Gli aromi sono valutati a gruppi, in base alla loro struttura chimica. Per circa 400 aromi non ci sono ancora dati per escludere la genotossicità

TABELLA 2. Classificazione degli additivi alimentari in base alla funzione tecnologica (Commissione Europea, 2008d).

ADDITIVI	FUNZIONE
1. Edulcoranti	Utilizzati per conferire un sapore dolce agli alimenti o come edulcoranti da tavola.
2. Coloranti	Conferiscono un colore a un alimento o ne restituiscono la colorazione originaria, e includono componenti naturali degli alimenti e altri elementi di origine naturale, normalmente non consumati come alimento né usati come ingrediente tipico degli alimenti. Sono coloranti le preparazioni ottenute da alimenti e altri materiali commestibili di origine naturale ricavati mediante procedimento fisico e/o chimico che comporti l'estrazione selettiva dei pigmenti in relazione ai loro componenti nutritivi o aromatici.
3. Conservanti	Sostanze che prolungano la durata di conservazione degli alimenti proteggendoli dal deterioramento provocato da microorganismi e/o dalla proliferazione di microorganismi patogeni
4. Antiossidanti	Sostanze che prolungano la durata di conservazione degli alimenti proteggendoli dal deterioramento provocato dall'ossidazione, come l'irrancimento dei grassi e le variazioni di colore
5. Supporti	Sostanze utilizzate per sciogliere, diluire, disperdere o modificare fisicamente un additivo alimentare, un aroma, un enzima alimentare, un nutriente e/o altre sostanze aggiunte agli alimenti a scopo nutrizionale o fisiologico senza alterarne la funzione allo scopo di facilitarne la manipolazione, l'applicazione o l'impiego
6. Acidificanti	Sostanze che aumentano l'acidità di un prodotto alimentare e/o conferiscono ad esso un sapore aspro
7. Regolatori dell'acidità	Sostanze che modificano o controllano l'acidità o l'alcalinità di un prodotto alimentare
8. Antiagglomeranti	Sostanze che riducono la tendenza di particelle individuali di un prodotto alimentare ad aderire l'una all'altra

segue >>>

segue >>>

ADDITIVI	FUNZIONE
9. Agenti antischiumogeni	Sostanze che impediscono o riducono la formazione di schiuma
10. Agenti di carica	Sostanze che contribuiscono ad aumentare il volume di un prodotto alimentare senza contribuire in modo significativo al suo valore energetico
11. Emulsionanti	Sostanze che rendono possibile la formazione o il mantenimento di una miscela omogenea di due o più fasi immiscibili, come olio e acqua
12. Sali di fusione	Sostanze che disperdono le proteine contenute nel formaggio realizzando in tal modo una distribuzione omogenea dei grassi e altri componenti
13. Agenti di resistenza	Sostanze che rendono o mantengono saldi o croccanti i tessuti dei frutti o degli ortaggi, o che interagiscono con agenti gelificanti per produrre o consolidare un gel
14. Esaltatori di sapidità	Sostanze che esaltano il sapore e/o la fragranza esistente di un prodotto alimentare
15. Agenti schiumogeni	Sostanze che rendono possibile l'ottenimento di una Dispersione omogenea di una fase gassosa in un prodotto alimentare liquido o solido
16. Agenti gelificanti	Sostanze che danno consistenza ad un prodotto alimentare tramite la formazione di un gel
17. Agenti di rivestimento	Sostanze che, quando vengono applicate alla superficie esterna di un prodotto alimentare, gli conferiscono un aspetto brillante o forniscono un rivestimento protettivo
18. Agenti umidificanti	Sostanze che impediscono l'essiccazione degli alimenti contrastando l'effetto di una umidità atmosferica scarsa, o che promuovono la dissoluzione di una polvere in un ambiente acquoso
19. Amidi modificati	Sostanze ottenute mediante uno o più trattamenti chimici di amidi alimentari, che possono aver subito un trattamento fisico o enzimatico e essere acidi o alcalini, diluiti o bianchiti.
20. Gas d'imballaggio	Sono gas differenti dall'aria introdotti in un contenitore prima, durante o dopo aver introdotto in tale contenitore un prodotto alimentare
21. Propellenti	Sono gas differenti dall'aria che espellono un prodotto alimentare da un contenitore.
22. Agenti lievitanti	Sostanze che liberano gas e aumentano il volume di un impasto o di una pastella
23. Agenti sequestranti	Sostanze che formano complessi chimici con ioni metallici
24. Stabilizzanti	Sostanze che rendono possibile il mantenimento dello stato fisico-chimico di un prodotto alimentare: rendono possibile il mantenimento di una dispersione omogenea di due o più sostanze immiscibili; trattengono o intensificano la colorazione esistente; aumentano la capacità degli alimenti di formare legami, compresa la formazione di legami incrociati tra le proteine tale da consentire il legame delle particelle per la formazione dell'alimento ricostituito.
25. Addensanti	Sostanze che aumentano la viscosità di un prodotto alimentare.
26. Agenti di trattamento delle farine	Sostanze che vengono aggiunte alla farina o ad un impasto per migliorarne le qualità di cottura.

TABELLA 3. Classificazione dei vegetali in base al contenuto in nitrati (mg/Kg sostanza fresca).

Fonte: Santamaria, 2006

Molto basso <200	Basso (200-500)	Medio (500-1000)	Alto (1000-2500)	Molto alto (>2500)
Aglione	Cavolfiore	Aneto	Indivia	Rucola
Anguria	Carote	Cime di rapa	Scarola	Lattuga
Asparagi	Broccoli	Cavolo	Sedano-rapa	Bietola
Carciofi	Zucca	Radicchio	Cavolo Cinese	Cicoria
Cavolini di Bruxelles	Cetriolo	Verza	Finocchio	Sedano
CipollaMelone	Puntarelle		Cavolo rapa	Cerfoglio
Fagiolini			Cicoria	Crescione
Fave			Porro	Valeriana
Funghi			Prezzemolo	Ravanella
Pepe				Spinaci
Piselli				Rapa
Pomodori				
Zucchine				

TABELLA 4. Esempi delle differenti categorie di aromi. Fonte: modificato da FSAI, 2012

CATEGORIE	ESEMPI
Sostanza aromatizzanti	Amilacetato: prodotto per sintesi chimica o si trova naturalmente in, ad esempio, banane, mele, melone, ecc.
Sostanza aromatizzante naturale	Amil acetato ottenuto da banane o il limonene ottenuto dalle arance
Preparazioni aromatiche	Olio di menta piperita, altri oli essenziali, estratti di materiale vegetale
Aromi ottenuti per trattamento termico	Un aroma di carne prodotto da riscaldamento dello xilosio (uno zucchero riducente) e cisteina (un amminoacido), aromi prodotti come risultato della reazione di Maillard
Aromatizzanti di affumicatura	Un aroma prodotto da fumo, generalmente fumo di legna. Il fumo è poi condensato per produrre un aroma liquido
Precursori di aroma	Ad esempio una miscela riscaldata di amminoacidi e zuccheri che produrrà un aroma nel prodotto finito quando quest'ultimo viene riscaldato. Precursori degli aromi possono essere sostanze o una miscela di sostanze
Altri aromatizzanti	Tutto ciò che non rientra in una delle categorie di cui sopra, ad esempio, aromi ottenuti mediante riscaldamento di olio o grasso ad altissima temperatura per un breve periodo di tempo, con un conseguente nota di grigliato
Ingrediente alimentare con proprietà aromatizzanti	Fungo del larice (contiene acido agarico) e dragoncello (contiene estragolo e metileugenolo)
Materiale di origine	Arance, altre frutta, verdura, carne - qualsiasi cosa da cui gli aromi potrebbero essere estratti/preparati

TABELLA 5. Descrizione delle sostanze aromatizzanti che non sono aggiunte nella loro forma originale agli alimenti. Tenori massimi in taluni alimenti composti finali a cui sono stati aggiunti aromi e/o ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti – Allegato III parte A e B del Regolamento (CE) n. 1334/2008 (Parlamento Europeo, 2008a)

Sostanze aromatizzanti di cui è vietata l'aggiunta agli alimenti nella loro forma originale	Fonte alimentare naturale	Possibili effetti tossici	Tenori massimi (mg/kg)	Referenze
Acido agarico*	Principio attivo del fungo del larice	Classificato dal CoE (Consiglio d'Europa) a livello II: potente sostanza tossica con dati tossicologici insufficienti	Non stabilito	CoE, 2006
Aloina*	Componente del lattice di Aloe vera	Possibile azione lassativa	Non stabilito	IARC, 2015; Burdock, 2005
Capsaicina*	Peperone, peperoncino, pepe rosso	Effetti genotossici dimostrati in vitro e in vivo. Alti livelli di consumo sono associati a insorgenza cancro tratto superiore dell'apparato digestivo	Non stabilito	Melis, 2012b; Cerutti, 2006; SCF, 2002a
1,2-Benzopirone: cumarina	Corteccia di cannella e foglie, foglia cassia, olio di menta piperita, tè verde, mirtillo	Negli animali da esperimento: disturbi della crescita, danni epatici. Esposizione alimentare potenzialmente elevata nei bambini (budino di riso, biscotti); variabile tra i paesi dell'UE, molto più elevate nei paesi nordici; esposizione stagionale (maggiore periodo natalizio)	– Prodotti di panetteria tradizionale e/o stagionale contenenti un riferimento alla cannella nell'etichettatura: 50 mg – Cereali per prima colazione, compreso: 20 mg – Prodotti di panetteria fine: 15 mg – Dessert: 5 mg	SCF 1994, 1999; EFSA 2004a; Burdock, 2005; EFSA, 2008e
Ipericina*	Estratti o essiccati di Hypericum perforatum L o Erba di San Giovanni; tisane.	Spiccata fotosensibilità	Non stabilito	SCF, 2002b; Melis, 2012b
Beta-asarone	Olio di calamo	Negli animali da esperimento: rallentamento della crescita, atrofia cardiaca e manifestazioni tumorali	– Bevande alcoliche: 1,0	SCF, 2002c; Cerutti, 2006; Melis, 2012b;

segue >>>

segue >>>

Sostanze aromatizzanti di cui è vietata l'aggiunta agli alimenti nella loro forma originale	Fonte alimentare naturale	Possibili effetti tossici	Tenori massimi (mg/kg)	Referenze
1-Allil-4-metossibenzene: estragolo**	Dragoncello, basilico, finocchio dolce (tisane a base di semi di finocchio), anice stellato, mela, succo di mela, mirtillo, cannella, chiodi di garofano, senape, melissa, salvia, pimento	Cancerogeno e potenzialmente genotossico; Potenziale esposizione nei bambini (tisane al finocchio)	• Prodotti a base di latte: 50 mg • Frutta e ortaggi trasformati, frutta secca con guscio e semi trasformati: 50 mg • Prodotti a base di pesce: 50 mg • Bevande analcoliche: 10 mg	SCF, 2001a; Burdock, 2005
Acido cianidrico	Mandorle, pesca, albicocca, prugna, ciliegia, mela, manioca, fagioli di Lima, semi di lino	Casi di intossicazione umana e effetti neurologici cronici dall'ingestione di piante trasformate. I sintomi, possono comprendere costrizione della gola, nausea, vomito, vertigini, mal di testa, palpitazioni, iperpnea poi dispnea, bradicardia, incoscienza e violente convulsioni, seguita da morte	• Torrone, marzapane, suoi succedanei o prodotti simili: 50 mg • Frutta con nocciolo in scatola: 5 mg • Bevande alcoliche: 35 mg	EFSA, 2004b
Mentofurano ePulegone	Olio di menta peperita, olio pennyroyal, origano, fagioli, tè	Ad alte dosi: reazioni allergiche, fibrillazione cardiaca	• Confetteria contenente menta/menta piperita: 500 mg (mentofurano); 250 mg (pulegone) • Microconfetteria per rinfrescare l'alito: 3000 mg; (mentofurano); 2000 mg (pulegone) • Gomma da masticare: 1000 mg (mentofurano); 350 mg (pulegone) • Bevande alcoliche contenenti menta/menta piperita: 200 mg (mentofurano); 100 mg (pulegone) • Bevande analcoliche contenenti menta/menta piperita 20 mg (pulegone)	Melis, 2012b; EFSA, 2005

segue >>>

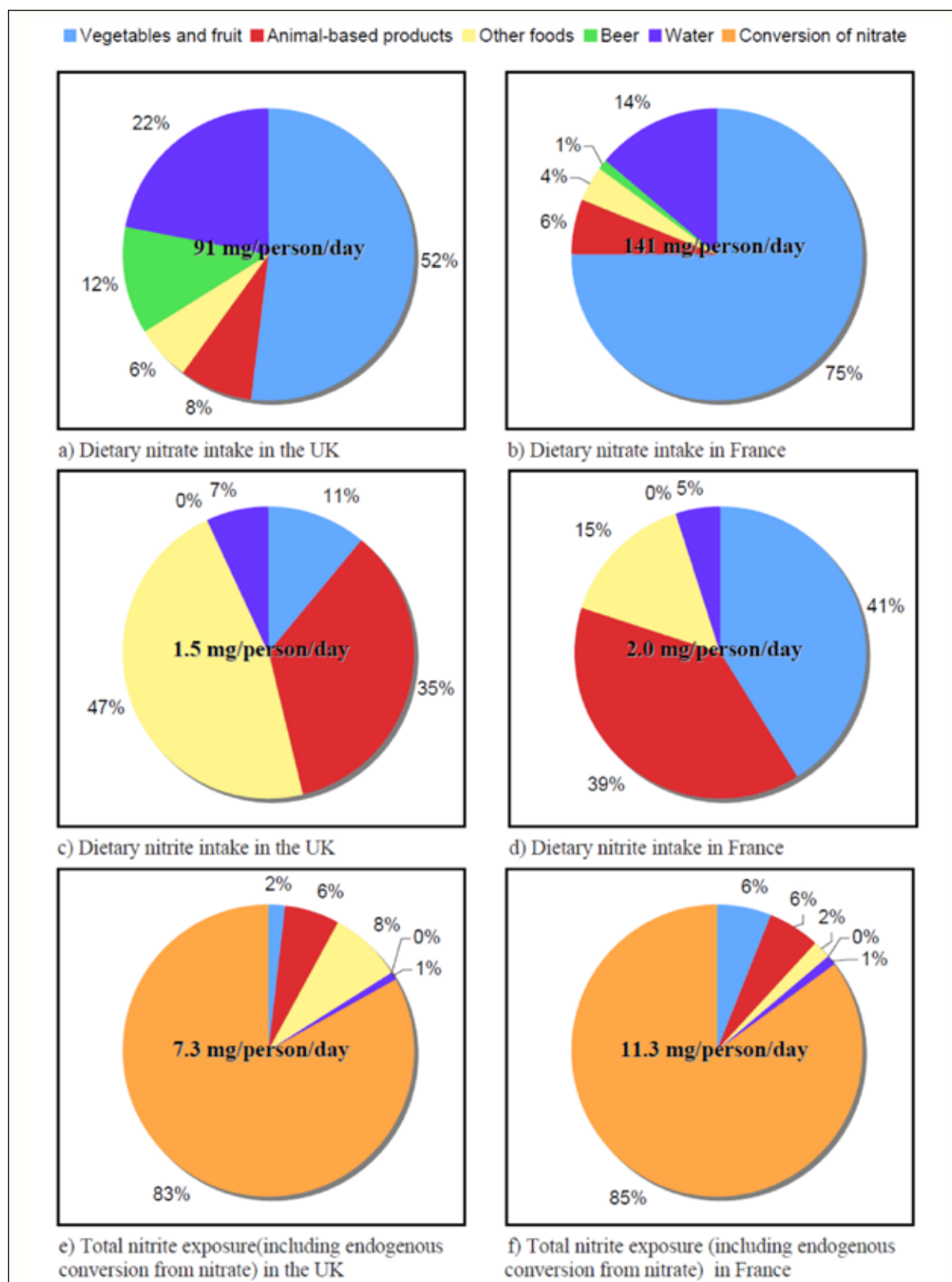
segue >>>

Sostanze aromatizzanti di cui è vietata l'aggiunta agli alimenti nella loro forma originale	Fonte alimentare naturale	Possibili effetti tossici	Tenori massimi (mg/kg)	Referenze
4-Allil-1,2-dimetossibenzene: metileugenolo**	Basilico, noce moscata, pepe, rosmarino, pimento, citronella, dragoncello, anice stellato, finocchio; presente nelle bevande a base di cola. Presente in carne conservata da noce moscata	E' un possibile cancerogeno per gli esseri umani (gruppo 2B) e genotossico	• Prodotti a base di latte: 20 mg • Preparati di carne e prodotti a base di carne: 15 mg • Preparati di pesce e prodotti a base di pesce: 10 mg • Minestre e salse: 60 mg • Snack salati/salatini: 20 mg • Bevande analcoliche: 1 mg	SCF, 2001b; Burdock, 2005; IARC, 2012; Melis 2012b
Quassina	Principio attivo con proprietà amaricanti della Quassia amara L	Possibile interferenza sulla fertilità e steroidogenesi	• Bevande analcoliche: 0,5 mg • Prodotti di panetteria: 1 mg • Bevande alcoliche: 1,5 mg	SCF, 2002d; Burdock, 2005; Melis, 2012b
1-Allil-3,4-metilendiossibenzene: safrolo**	Principio aromatizzante dell'olio di zafferano, di micranto e sassafrasso. E' contenuto nella noce moscata, cannella, anice, basilico dolce; presente anche nelle bevande a base di cola. Presente in carne conservata da noce moscata	Genotossico, classificato nel Gruppo 2B (Possibilmente cancerogeno per l'uomo) dallo IARC	• Preparati di carne e prodotti a base di carne: 15 mg • Preparati di pesce e prodotti a base di pesce: 15 mg • Minestre e salse: 25 mg • Bevande analcoliche: 1 mg	IARC, 1976, 1987; SCF 2002e; Burdock, 2005
Teucrina A	Componente principale degli estratti idroalcolici di Teucrium chamaedrys (germander selvatico)	Epatossicità conclamata. Nel 1996 il Ministero della Salute proibisce l'uso delle inflorescenze nella preparazione di tisane, estratti, polvere, tinture.	• Bevande spiritose gusto amaro o bitter: 5 mg • Liquori di gusto amaro: 5 mg • Altre bevande alcoliche: 2 mg	SCF, 2003b; Melis, 2012b
Tujone (alfa e beta)	Caratteristico costituente dell'assenzio (Artemisia absinthium) della salvia e dell'achillea	Neurotossico. Sintomi dell'intossicazione acuta: convulsioni epilettiche; vasodilatazione, ipotensione	• Bevande alcoliche: 10 mg • Bevande alcoliche prodotte dalla specie Artemisia: 35 mg • Bevande analcoliche prodotte dalla specie Artemisia: 0,5 mg	ISS, 2010; SCF, 2003c Melis, 2012b

(*) Tenore massimo non stabilito in quanto sostanze indesiderabili, dati di sicurezza insufficienti.

(**) I tenori massimi non si applicano quando un alimento composto non presenta aggiunte di aromatizzanti ei soli ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti che sono stati aggiunti sono erbe e spezie freschi, essiccate o congelate.

FIGURA 1. Contributi relativi dei diversi gruppi alimentari all'assunzione di nitrati e nitriti dalla dieta inglese e Francese – Fonte: EFSA, 2008b



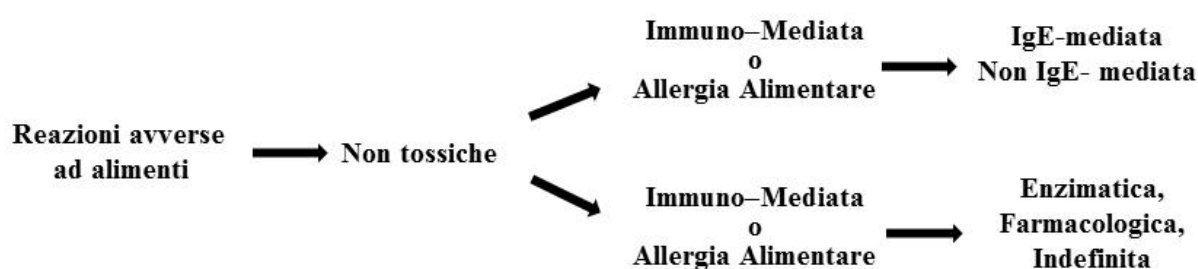
7. ALLERGIE E INTOLLERANZE ALIMENTARI

PREMESSA

Con questo capitolo si intende fornire alcune indicazioni che possono essere utili ai consumatori per chiarire le differenze tra allergie alimentari e intolleranze alimentari, quali sono i test validi per la diagnosi, indicare i principali alimenti allergenici e la loro effettiva prevalenza, e infine riportare alcune problematiche sulla prevenzione.

7.1 DEFINIZIONI E QUADRI CLINICI

Le allergie e intolleranze alimentari sono reazioni avverse agli alimenti, differenti tra loro, con conseguenze diverse sull'uomo. Secondo European Academy of Allergology and Clinical Immunology (Bruijnzeel-Koomen et al., 1995, Ortolani, 2014), le reazioni da alimenti possono essere tossiche, o da avvelenamento, e non tossiche che comprendono le allergie e le intolleranze alimentari (Ortolani e Pastorello, 2006; Boyce et al., 2011, Dupont, 2011).



Allergie alimentari: sono reazioni immunologiche, che avvengono in maniera riproducibile in seguito a ingestione di un determinato alimento, e comprendono la produzione di anticorpi (IgE), i quali reagiscono con l'allergene, scatenando altre reazioni immunologiche con secrezione di istamina, leucotrieni e prostaglandine, causando i sintomi delle reazioni allergiche.

Intolleranze alimentari: non sono reazioni immunologiche, ma reazioni avverse all'alimento che dipendono da meccanismi non immunologici, quali carenza di enzimi, reazioni farmacologiche o altri non noti meccanismi.

Le **reazioni alimentari tossiche** sono reazioni causate da tossine presenti, naturalmente o per contaminazione, negli alimenti (es. il veleno dei funghi), e dipendono esclusivamente dalla quantità di alimento tossico. Queste reazioni a volte si manifestano con una sintomatologia simile a quella delle reazioni allergiche e per questo sono scambiate erroneamente per allergie (pseudo-allergie).

È bene ricordare che la **celiachia** non è un'allergia, ma una malattia autoimmune che si manifesta in soggetti geneticamente predisposti, causata da una reazione alla gliadina, proteina del glutine, presente in diversi cereali quali frumento, avena, farro, grano khorasan (Kamut), orzo, segale, spelta e triticale (De Re et al., 2017) (per approfondimenti su questo argomento si rimanda al dossier "cereali"). Tuttavia può esistere l'allergia verso il glutine (Potter et al., 2017).

7.2 ALLERGIE ALIMENTARI

Le Allergie alimentari si classificano in due tipi: **IgE mediata** e **non IgE mediata**.

7.2.1 Allergie alimentari IgE mediate:

La maggior parte delle allergie alimentari rientra in questa categoria, e sono caratterizzate dalla presenza di anticorpi IgE specifici verso l'alimento allergenico.

Quadro clinico

La manifestazione clinica avviene rapidamente (normalmente 2 ore) dopo l'ingestione dell'alimento allergenico e comprende *sintomi cutanei*: orticaria, angioedema, eritema, prurito, dermatite atopica (ossia infiammazione pruriginosa, cronica della pelle, che può comparire in varie sedi, colpisce tutte le età e specialmente i bambini), dermatite da contatto; *sintomi gastrointestinali*: sindrome allergica orale, edema della glottide, rinite, anafilassi gastro-intestinale, vomito, dolori addominali, diarrea, stitichezza; *sintomi respiratori*: asma, edema della glottide, rinite. La comparsa contemporanea di tutti i sintomi può portare ad anafilassi generalizzata (shock anafilattico) e ad arresto respiratorio o cardio-circolatorio, che avviene in genere 3-30 minuti dopo l'ingestione dell'alimento responsabile. La causa è un massiccio rilascio di istamina.

La reazione allergica comprende due fasi: la prima fase è di induzione o sensibilizzazione, in cui l'individuo si sensibilizza a un particolare allergene producendo anticorpi IgE specifici verso l'allergene; la seconda fase è di provocazione, in cui l'individuo esposto di nuovo allo stesso allergene sviluppa la reazione sintomatica allergica.

Le reazioni anafilattiche possono intervenire in qualsiasi età. Un problema serio per la prevenzione dell'anafilassi è rappresentato dal fatto che le reazioni si possono verificare in seguito a ingestione anche di piccolissime quantità dell'alimento allergenico, presente magari in cibi insospettabili o in forma nascosta.

Diagnosi e metodiche diagnostiche

La diagnosi dell'allergia alimentare è spesso difficile a causa della natura variabile e soggettiva dei sintomi e della mancanza di sintomi clinici oggettivi, tuttavia esistono in letteratura le linee guida e i protocolli per la diagnosi clinica delle allergie alimentari (Boyce et al., 2011; Dupont 2011; National Institute for Health and Clinical Excellence, 2011).

I test usati per la diagnosi devono essere fatti sotto controllo medico e da medici specialisti, per controllare l'eventuale comparsa di reazioni anche serie. I test comunemente usati e riconosciuti validi per la diagnosi da numerosi esperti nel settore (Bachert e van Cauwenberge, 2003; Lieberman e Sicherer, 2010; Burks et al., 2011; National Institute for Health and Clinical Excellence, 2011; Caubet e Sampson, 2012), sono i seguenti (per una review in italiano vedi Macchia et al., 2011):

- *Test di eliminazione.*

Consiste nell'esclusione dell'alimento sospetto per 3-4 settimane, che dovrebbe dar luogo a un miglioramento o scomparsa dei sintomi. Si può procedere alla conferma diagnostica introducendo di nuovo l'alimento sospetto nella dieta, che dovrebbe dar luogo ai sintomi allergici.

- *Test di provocazione orale (TPO).*

L'alimento può essere dato in test di carico in tre modi: 1) in aperto, in cui i soggetti non sanno di venir esposti all'alimento sospetto; 2) in singolo cieco, in cui l'alimento è "nascosto" e i soggetti non sanno se ricevono l'alimento sospetto o placebo (Single-Blind Placebo Controlled Food Challenges: SBPCFC), tuttavia in questo modo non si esclude la componente psicologica dell'operatore esterno; 3) in doppio cieco contro placebo, in cui sia i soggetti che l'operatore esterno non sanno a chi verrà dato l'alimento sospetto o il placebo (Double Blind Placebo Controlled Food Challenge: DBPCFC).

E' un test molto usato per bambini con allergia alimentare, soprattutto per latte vaccino e uovo, per verificare l'andamento nel tempo dell'eventuale scomparsa dell'allergia.

- *Misura degli anticorpi specifici IgE nel sangue*

Quest'analisi permette di diagnosticare la sensibilità verso un alimento ma non dà informazioni sul verificarsi e severità delle reazioni allergiche. Inoltre non sempre individui con alti livelli di IgE allergene-specifiche manifestano i sintomi clinici dell'allergia quando sottoposti a scatenamento alimentare con lo stesso allergene. I test classici per la misura degli anticorpi anti-IgE sono esami di laboratorio, come il saggio radioimmunologico (RAST) o più recentemente il saggio immuno-enzimatico (Cap-System). Esistono anche i saggi ImmunoCAP-ISAC per la misura degli anticorpi anti-IgE specifici nel sangue, basata su tecnologia molecolare microarray, che consiste nel dosare contemporaneamente le IgE specifiche verso molteplici allergeni (anche 112 allergeni). Tuttavia, data la complessità del test, c'è il rischio di sovrastimare o non interpretare correttamente il risultato (Skamstrup e Poulsen, 2010; Melioli et al., 2011).

- *Skin prick test*

Questo test consiste nel porre sulla pelle uno o più allergeni in soluzione e farli poi penetrare nell'epidermide graffiando la pelle con una lancetta. In caso di reazione positiva si sviluppa un gonfiore pruriginoso contornato da un alone di eritema. Una risposta positiva del Prick test indica sensibilizzazione a quel particolare/particolari alimento/i ma non da

una diagnosi certa dell'allergia.

La diagnosi può essere confermata con il TPO.

- *Patch test (o test epicutanei)*

Questo test è stato suggerito nel caso di pazienti affetti da dermatite atopica e gastroenterite da allergie alimentari (Liacouras et al., 2011). È un test utilizzato per valutare se l'alimento sospetto provoca infiammazione allergica della cute con meccanismo cellulo-mediato, non IgE mediato (delayed-type hypersensitivity, DTH). Si applicano dei cerotti speciali contenenti gli alimenti sospetti sul dorso dei soggetti, per 48-72 ore. La reazione cutanea si manifesta con i sintomi di dermatite da contatto (eritema pruriginoso, vescicole, croste). La diagnosi deve essere confermata dal test di esclusione e scatenamento.

7.2.2 Allergie alimentari non IgE mediate:

Sono reazioni immunitarie dipendenti da i) anticorpi diversi da IgE; ii) immunocomplessi costituiti dagli allergeni alimentari complessati con gli anticorpi specifici, che possono depositarsi in qualsiasi organo o tessuto e causare dei danni; iii) immunità cellulo-mediata (reazioni di ipersensibilità ritardata di tipo IV, presenza di linfociti T sensibilizzati, produzione di citochine infiammatorie).

Quadro clinico

La manifestazione clinica avviene non immediatamente, anche dopo 48 ore dall'ingestione dell'alimento allergenico, e i sintomi più noti sono a carico dell'apparato gastro-intestinale, con enterocolite, proctocolite eosinofila ed enteropatia indotte da proteine della dieta, esofagite, gastrite e gastroenterite eosinofila. La maggior parte delle allergie non IgE mediate sono rare e colpiscono principalmente i bambini in età pediatrica, infatti le enteropatie causate dalle proteine del latte vaccino sono le allergie più conosciute di questo gruppo.

Diagnosi

La diagnosi corretta avviene, anche in questo caso, con indagini che dimostrano la presenza di reazioni immunitarie, talvolta anche con biopsie della mucosa gastrointestinale per analizzare la presenza di infiltrati leucocitari associate ad alterazioni istologiche.

7.3 INTOLLERANZE ALIMENTARI

Come detto sopra, le intolleranze alimentari non sono allergie in quanto non coinvolgono il sistema immunitario, ma sono reazioni avverse ad alcuni alimenti dovute a cause diverse. Un tipico esempio è l'intolleranza al lattosio, lo zucchero del latte, causata da una carenza di lattasi, l'enzima digestivo che scompone il lattosio in glucosio e galattosio. Quando l'attività enzimatica è ridotta, il lattosio viene trasportato nell'intestino crasso e fermentato dai batteri presenti nel lume intestinale, e può provocare flatulenza, dolore intestinale e diarrea. Va ricordato che nello yogurt è comunque presente una piccola quantità di latte (Manzi et al. 2013), che rende questo

alimento non “tollerabile” ad alcune persone. Anche alcuni additivi alimentari e coloranti possono causare intolleranza.

Quadro clinico

I sintomi dell'intolleranza alimentare sono simili a quelli dell'allergia (tra cui nausea, diarrea e crampi allo stomaco).

Diagnosi

La diagnosi classica dell'intolleranza è basata su test di esclusione e provocazione dell'alimento sospetto. La diagnosi di intolleranza al lattosio si fa con un semplice test “del respiro” (*breath test*). Si basa sul fatto che a questo tipo di intolleranza è associata una crescita di batteri che producono gas, come idrogeno e metano, che vengono dosati nell'aria espirata dal soggetto.

7.4 TEST “ALTERNATIVI” NON CONVENZIONALI PER LE ALLERGIE E INTOLLERANZE ALIMENTARI

Esistono alcuni test che si possono trovare su siti web, o pubblicizzati in vario modo, per la diagnosi dell'allergia e intolleranza alimentare, su cui non vi è alcuna evidenza scientifica, e sono quindi da ritenersi inaffidabili e talvolta anche pericolosi. Esempi di questi test sono:

- *Test York foodscan*, che misura gli anticorpi IgG specifici per alimenti.
- *Test di citotossicità*: valuta se un allergene alimentare aggiunto al sangue possa indurre la morte dei globuli bianchi. Un test analogo al Citotest è il test di Kondo, l'ALCAT test è una versione automatizzata del test citotossico.
- *Analisi delle sottopopolazioni linfocitarie nel sangue*: è un esame condotto mediante citofluorimetro per distinguere particolari classi di cellule immunitarie legate all'allergia.
- *Scatenamento sublinguale* (da non confondere con immunoterapia sublinguale, attualmente sotto studio), in cui l'allergene viene posto sotto la lingua o iniettato sotto pelle.
- *Dria tes*: Questo test si basa sul fatto che un alimento allergenico o che dà reazioni di intolleranza, provocherebbe una diminuzione della forza di contrazione muscolare, pertanto il test consiste nel misurare la forza di contrazione muscolare del quadricipite femorale prima e dopo la somministrazione dell'alimento sospetto.
- *Vega test*. Questo test si basa sul fatto che un alimento allergenico modificherebbe la resistenza elettrica della pelle, quindi il test consiste nella misura della resistenza elettrica della pelle prima e dopo il contatto con un alimento.
- *Mineralogramma*, detto anche test del capello, che in realtà serve solo a dimostrare un'esposizione a metalli pesanti.

Altri test sono il CAST (Cellular Allergen Stimulation Test), il SAFT (Skin Application Food Test), il Test di COCA, Test EAV (elettroagopuntura) Test del riflesso cardiaco-auricolare, test Bioenergetico dei Virus e Batteri.

7.5 ALIMENTI RESPONSABILI DELLE ALLERGIE ALIMENTARI NELL'ADULTO E NEL BAMBINO

Esiste una nomenclatura degli alimenti allergenici stabilita per legge (Parlamento Europeo e Consiglio, 2003), che comprende: “Crostacei e prodotti derivati; Uova e prodotti derivati; Pesce e prodotti derivati; Arachidi e prodotti derivati; Soia e prodotti derivati; Latte e prodotti derivati (compreso il lattosio); Frutta a guscio cioè mandorle (*Amigdalus communis* L.), nocciole (*Corylus avellana*), noci comuni (*Juglans regia*), noci di acagiù (*Anacardium occidentale*), noci pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch), noci del Brasile (*Bertholletia excelsa*), pistacchi (*Pistacia vera*), noci del Queensland (*Macadamia ternifolia*) e prodotti derivati; Sedano e prodotti derivati; Senape e prodotti derivati; Semi di sesamo e prodotti derivati; Anidride solforosa e solfiti in concentrazioni superiori a 10 mg/kg o 10 mg/l espressi come SO₂.”

Molti studi indicano che il 75 % delle reazioni allergiche nei bambini sono scatenate da un numero limitato di alimenti, quali uova, latte vaccino, arachidi, pesce e vari tipi di noccioline, mentre nell'adulto gli alimenti responsabili del 50% delle reazioni allergiche sono alcuni tipi di frutta, come kiwi, banana, mela, pera, ciliegia, prugna, alcuni vegetali come carote e sedano, e diverse frutta a guscio come noci e noccioline (Pastorello 2003; Dupont, 2011; Gadermaier et al., 2011; Wang et al., 2017).

Gli alimenti che più comunemente provocano anafilassi in Europa sono le arachidi, frutta secca a guscio, pesce e crostacei (negli adulti), uova e latte (nel bambino) (Jarvinen, 2011; Silva et al., 2012; Martorell et al., 2017). Mentre le allergie infantili all'uovo e al latte vaccino possono scomparire, le allergie alle noci, ai legumi, al pesce e ai molluschi tendono a protrarsi per tutta la vita.

L'allergia al latte vaccino si sviluppa in genere nel periodo neonatale ed ha un picco nel primo anno di vita. Nel 60-90% dei casi si risolve entro i 3 anni di vita. L'allergia al latte è frequentemente associata a dermatite atopica. (Fiocchi et al., 2010).

Le proteine del latte di diverse specie ruminanti (mucca, pecora, buffalo, ecc), ma anche quelle del latte umano, sono simili, e tutte potrebbero essere allergeniche (Fiocchi et al., 2010). Tuttavia nel latte di capra la caseina alfa-S1 è molto scarsa o del tutto assente mentre è assente la β s1-caseina che è invece molto abbondante nel latte vaccino (Hazebrouck et al., 2014). Queste sono forse le ragioni per cui alcuni bambini allergici al latte vaccino tollerano il latte di capra, tuttavia mancano ancora dei dati certi scientifici.

L'allergenicità del latte vaccino può essere ridotta attraverso alcuni processi caseari, ad esempio trattando a temperatura elevata che ne modifica la struttura (Wal, 2003).

La **dose minima** o il **livello soglia** in grado di scatenare una reazione allergica non sono stati ancora determinati per la maggior parte degli allergeni alimentari. L'EFSA (European Food Safety Authority) e l'ILSI (International Life Science Institute) stanno attualmente valutando i dati in letteratura per poterli formulare. Per le uova, arachidi e latte c'è solo un'indicazione da pochi milligrammi a qualche grammo, che però possono variare da individuo a individuo. Purtroppo esistono molte variabili che possono influenzare la soglia, come la reazione individuale, il modo di somministrare l'alimento, la cottura o la trasformazione dell'alimento, la quantità dell'alimento ingerito e la durata nel tempo, e altri cofattori come esercizio fisico, consumo di

alcool, di farmaci, ecc.

Il Rapporto EUFIC (European Food Information Council) sugli allergeni alimentari (EUFIC, 2013) indica due livelli di soglia di sicurezza degli allergeni: una soglia individuale che è la quantità massima di allergene che può essere tollerata da un soggetto allergico; una soglia per popolazione, che rappresenta invece la quantità massima di allergene che può essere tollerata da un'intera popolazione (o da un sottogruppo rappresentativo) di soggetti con allergia alimentare.

7.6 L'IMPORTANZA DELL'ETICHETTA ALIMENTARE PER I SOGGETTI ALLERGICI

Le novità inserite nell'ultimo Regolamento (Parlamento Europeo e Consiglio, 2011) riguardante l'etichettatura degli alimenti, evolutive rispetto alle disposizioni precedenti, sono particolarmente importanti per quella fascia della popolazione soggetta ad allergie alimentari e confermano il principio secondo il quale le norme in materia di etichettatura degli alimenti hanno come scopo quello di tutelare la salute del consumatore attraverso un'informazione corretta e trasparente. Le ultime disposizioni del legislatore si rifanno infatti a un percorso legislativo che ha preso corpo con la Direttiva Europea del 2003 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2003), chiamata "direttiva allergeni", che ha introdotto l'argomento delle sostanze allergeniche predisponendo una lista (vedi paragrafo precedente; per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 7 sull'etichettatura).

Va ricordato però che già nel 1995, in ambito europeo, era stata stesa una lista di questi particolari alimenti da parte del Comitato Scientifico dell'Alimentazione Umana (SCF, 1995) - poi divenuta l'attuale Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA). Anche il Codex Alimentarius (1991) che opera dal 1963 e che sviluppa standard internazionali per l'etichettatura dei prodotti alimentari preconfezionati volti alla protezione della salute del consumatore, in precedenza aveva redatto una lista di 8 alimenti (latte vaccino, frutta, leguminose (arachidi e soia), uova, crostacei, noci, pesci, grano e altri cereali, anidrite solforosa e solfiti. Attraverso quindi aggiornamenti scientifici si è arrivati alla direttiva del 2003 che, per la prima volta, ha stilato la lista e ha reso obbligatoria la menzione in etichetta di questi prodotti quando impiegati nella fabbricazione alimentare.

L'aspetto più innovativo dell'impianto legislativo del 2003 è rappresentato dal fatto che queste regole sono state applicate a tutti i prodotti alimentari, comprese le bevande alcoliche che, a tutt'oggi, sono praticamente esenti dall'obbligo di segnalare in etichetta gli ingredienti. Il nuovo regolamento del 2011 conferma l'obbligo per le bevande alcoliche di indicare la presenza dell'anidrite solforosa che rappresenta anche l'unico additivo della lista costituita principalmente da alimenti. Il regolamento del 2011 riprende la lista degli allergeni delle normative precedenti e lo dettaglia fornendo maggiori strumenti per l'identificazione delle sostanze che possono provocare allergie. Nel corso degli anni, l'aggiornamento scientifico ha portato a un allungamento di questo elenco che, se nel 2003 comprendeva 12 categorie di prodotti, adesso ne conta 14 (sono stati aggiunti i lupini e i molluschi).

7.7 DATI EPIDEMIOLOGICI

La prevalenza delle allergie alimentari non è certa, in quanto la mancanza di test diagnostici unici, il numero limitato di studi epidemiologici, la mancanza di registri nazionali di reazioni allergiche, rendono difficile effettuare delle stime epidemiologiche precise. In generale si può affermare che, malgrado molte persone ritengano di essere allergici a certi alimenti, soltanto una piccola percentuale di persone lo sono realmente (Penard-Morand et al., 2005). Basandosi sulla diagnosi di allergia alimentare fatta con test scientifici, è stato stimato che la prevalenza di allergie alimentari in Europa si aggira intorno al 3-4% sia per bambini che per adulti (EFSA, 2014). Secondo lo studio EuroPrevall (Mills et al., 2007; McBride et al., 2012), che ha analizzato 900 pubblicazioni sulla prevalenza di allergia alimentare in Europa (di cui solo 51 però avevano campioni rappresentativi) la percentuale di allergie alimentari, confermate da evidenze cliniche, risultava compresa tra 1 e 5%, mentre oscillava tra 3 e 38% se basata solo su dichiarazioni dei soggetti. In questo secondo caso la diagnosi di allergia era confermata solo nell'1 o nell'11% dei casi, dimostrando la reale minore prevalenza di allergia rispetto a quella "pensata". Alcuni studi indicano una percentuale dello 6-8% nei bambini (Sicherer e Sampson, 2014). Non ci sono dati sufficienti per concludere se esiste o meno una tendenza nel tempo di aumento di allergie alimentari in Europa. Tuttavia, vi è una certa evidenza che l'atopia (predisposizione genetica a sviluppare alcune reazioni anafilattiche) sia aumentata negli ultimi anni. Le cause di questo aumento non sono chiare, in quanto intervengono numerosi fattori, tra cui cambiamenti dietetici, stile di vita, inquinamento, livelli di igiene troppo elevati.

Una recente metanalisi ha stimato che la prevalenza dell'allergia al latte vaccino, uova, grano, soia, arachidi, frutta a guscio, pesce e crostacei in Europa è rispettivamente 6,0%, 2,5%, 3,6%, 0,4%, 1,3%, 2,2%, e 1,3% (Nwaru et al., 2014). La prevalenza di allergia all'uovo varia dal 1,7 al 2%. L'albuma è più allergenico. La cottura rende l'uovo meno allergenico di quello crudo (Sicherer, 2011).

7.8 SUGGERIMENTI PER LA PREVENZIONE

La prevenzione primaria consiste nell'evitare la sensibilizzazione allergica mediante l'esclusione degli allergeni dalla dieta.

Riguardo i bambini, esiste un approccio "proibizionista" che esclude gli allergeni alimentari in gravidanza ed allattamento e introduce gli alimenti potenzialmente allergizzanti (latte vaccino, uovo ecc) dopo il sesto mese di vita. Tuttavia non esistono evidenze che giustificano la ritardata introduzione degli alimenti allergizzanti dopo i 4 mesi (Fiocchi et al., 2006; Muraro et al., 2014), e una recente revisione sistematica della letteratura ha concluso che l'introduzione di cibi solidi dopo i 4 mesi non porta alcun beneficio per la prevenzione dell'allergia alimentare nei bambini a rischio elevato o normale (de Silva et al., 2014).

Studi recenti hanno suggerito che si può prevenire lo sviluppo dell'allergia alimentare attraverso una stimolazione del sistema immunitario del lattante e/o della gestante atta a impedire la risposta immunitaria allergica. A questo scopo, alcuni autori hanno suggerito il consumo dei

cosiddetti batteri probiotici, ossia quei batteri che se ingeriti in quantità opportune inducono effetti positivi per la salute dell'uomo attraverso vari meccanismi, incluso un'attività immunomodulante (Finamore et al., 2012), e il consumo dei prebiotici, che favoriscono la crescita dei probiotici, tuttavia i dati in letteratura sono discordanti (Fiocchi et al., 2015; Muraro et al., 2014; Osborn e Sinn, 2013; Nermes et al., 2013).

7.9 KEY POINTS

Le allergie alimentari per le loro manifestazioni peculiari, immediatezza ed imprevedibilità, necessitano di una corretta informazione di tutta la popolazione per diffondere la consapevolezza delle problematiche connesse alla patologia e promuovere la formazione di coloro che operano nei vari ambiti in cui le reazioni allergiche si possono verificare, allo scopo di prevenirle e curarle.

E' importante sapere che:

- occorre una diagnosi corretta delle allergie che è distinta dall'intolleranza alimentare, al fine di evitare paure infondate, ricorso a diagnostiche alternative non validate e sottovalutazione del rischio di anafilassi nei soggetti allergici.
- le dosi in grado di scatenare le reazioni allergiche possono essere anche di pochi microgrammi ed esiste una variabilità legata a fattori individuali e all'allergenicità dell'alimento.
- la terapia delle AA consiste prima di tutto nell'evitare l'ingestione dell'alimento allergenico.

Punti critici per una corretta gestione delle allergie:

- Riconoscimento della patologia e dell'alimento allergenico, effettuato da personale esperto nel campo,
- Saper leggere ed interpretare correttamente l'etichetta dei prodotti alimentari
- Aderenza alla prescrizione della dietoterapia
- Conoscenza delle possibili cross reattività e contaminazioni
- Conoscenza della terapia di emergenza, farmaci salvavita, in particolare dell'uso di auto-iniettori di adrenalina.
- Nell'ambito dell'industria alimentare i punti critici sono: una produzione con norme di buona pratica atta ad evitare la presenza di allergeni nascosti (per contaminazione, cross reattività o per errori grossolani); interventi mirati a sviluppare metodiche che portino a prodotti sicuri e facilmente riconoscibili da parte dei consumatori, ad evitare etichettatura precauzionale ("può contenere ..."), con vantaggio anche per la ditta produttrice.
- A livello della ristorazione i punti critici sono: formazione del personale di cucina e di sala in merito al riconoscimento dei soggetti a rischio, alle metodiche per evitare la somministrazione del cibo allergenico utilizzando uno specifico piano d'azione e materiale informativo scritto.

8. L'ETICHETTATURA DEGLI ALIMENTI: STRUMENTO INFORMATIVO

PREMESSA

L'etichettatura rappresenta lo strumento fondamentale che il consumatore ha a disposizione per la scelta e la selezione dei beni e, nel campo degli alimenti, ha la finalità aggiuntiva di fornire informazioni relative alla sicurezza del prodotto.

Non è compito del legislatore nazionale poter decidere quali siano le notizie che devono essere in essa contenute, bensì del legislatore comunitario, poiché il mercato è unico ed essendo il settore agroalimentare un mercato molto speciale, la normativa comunitaria è piuttosto dettagliata ed impone agli operatori di riportare una serie di indicazioni sulle caratteristiche commerciali del prodotto. Queste regole sono volte a tutelare le scelte di acquisto dei consumatori al fine di consentire loro di operare le proprie scelte con cognizione di causa e per eliminare ogni ostacolo alla libera circolazione dei prodotti alimentari e le disparità nelle condizioni di concorrenza.

8.1 LA LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO

La prima direttiva di armonizzazione risale al 1978 (direttiva 79/112 CEE) e negli anni sono state redatte numerose modifiche, in particolare attraverso le direttive 89/395/CEE e 89/396/CEE, recepite in Italia attraverso il D.Lgs. 109/1992. La direttiva 79/112 CEE, è stata abrogata dalla direttiva 2000/13 CE, che fino a dicembre 2011 ha rappresentato la normativa comunitaria di riferimento. Infatti, dopo una lunga trattativa tra le istituzioni europee durata ben quattro anni, a dicembre 2011 è entrato in vigore il nuovo Regolamento 1169/2011 EU, che stabilisce nuove regole per l'etichettatura degli alimenti ed armonizza i principi sull'informazione al consumatore. I principali motivi che hanno portato a questa nuova legislazione sono: 1) la necessità di realizzare una normativa comune a livello europeo, applicata in tutti gli Stati Membri; 2) la semplificazione e armonizzazione della struttura normativa; 3) il riscontro con le esigenze dei produttori; 4) l'aumento della tutela e dell'informazione dei consumatori. Il nuovo regolamento contempla inoltre che le regole nazionali sulle etichette non dovranno far insorgere ostacoli alla libera circolazione delle merci, difatti i Paesi membri non potranno più adottare o mantenere norme sulle informazioni al consumatore che non siano autorizzate dalle leggi della UE. In par-

ticolare le norme nazionali potranno riguardare la protezione della salute pubblica, la protezione dei consumatori, la prevenzione delle frodi, la protezione dei diritti di proprietà industriale, dell'indicazione della provenienza, delle designazioni d'origine già registrate (diverse da DOP, IGP e STG) e la prevenzione della concorrenza sleale. Gli operatori economici del settore hanno a disposizione tre anni di tempo per adattarsi alle nuove norme, più altri due anni, per un totale dunque di cinque anni, per applicare le norme sulla dichiarazione nutrizionale. Se quest'ultima viene impiegata su base volontaria in data anteriore, dovrà conformarsi al nuovo regolamento entro tre anni dalla pubblicazione ufficiale.

Il Regolamento 1169/2011 si compone di 55 articoli e descrive in modo molto minuzioso quali devono essere le indicazioni da seguire nella "redazione" delle etichette. Tra le tante prescrizioni, in questo capitolo se ne segnalano alcune che sembrano essere le più rilevanti.

8.2 LE PRINCIPALI NOVITÀ DEL NUOVO REGOLAMENTO SULL'ETICHETTATURA DEGLI ALIMENTI

Le emergenze alimentari che si sono succedute in Europa negli ultimi anni (per esempio il batterio killer nel nord Europa, i maiali alla diossina, la mozzarella blu, la mucca pazza), hanno senza dubbio contribuito a dare una spinta alle istituzioni per una questione di sicurezza alimentare, soprattutto in merito all'obbligo di indicazione di alcune informazioni. Un tempo la finalità prevalente dell'etichettatura era igienico-sanitaria, oggi l'Unione Europea ha cercato di ravvicinare le legislazioni, promuovendo il diritto all'informazione dei consumatori, allo scopo che essi possano salvaguardare i propri interessi.

Le informazioni che sono comprese nell'etichettatura, sono obbligatorie, cioè corrispondono ad un obbligo legale di informazione, però possono essere anche il frutto di una serie di indicazioni volontarie: quindi un'etichetta è l'insieme delle indicazioni che il produttore appone sul prodotto e va distinto ciò che è obbligatorio da ciò che invece costituisce una informazione volontaria.

Le indicazioni minime obbligatorie previste dal nuovo Regolamento EU 1169/2011 (art.9) sono:

- la denominazione dell'alimento;
- l'elenco degli ingredienti;
- qualsiasi ingrediente o coadiuvante tecnologico che provochi allergie o intolleranze usato nella fabbricazione o nella preparazione di un alimento e ancora presente nel prodotto finito, anche se in forma alterata;
- la quantità di taluni ingredienti o categorie di ingredienti;
- la quantità netta dell'alimento;
- il termine minimo di conservazione o la data di scadenza;
- le condizioni particolari di conservazione o d'uso;
- il nome o la ragione sociale e l'indirizzo dell'operatore del settore alimentare;
- il paese d'origine o il luogo di provenienza;
- le istruzioni per l'uso, per i casi in cui la loro omissione renderebbe difficile un uso adeguato dell'alimento;

- per le bevande che contengono più di 1,2 % di alcol in volume, il titolo alcolimetrico volumico effettivo;
- una dichiarazione nutrizionale.

8.2.1 La denominazione dell'alimento

La denominazione di vendita indica il nome con cui un prodotto è commercializzato e rappresenta l'indicazione obbligatoria più importante, che deve sempre essere apposta. Per individuare la denominazione di vendita, il legislatore ha previsto una precisa gerarchia cui fare riferimento, in particolare ha stabilito che essa deve essere quella prevista espressamente dalle disposizioni, seguendo tre ordini di criteri: denominazione legale comunitaria ed in mancanza di questa, si deve utilizzare la denominazione legale prevista dall'ordinamento nazionale; in assenza delle precedenti disposizioni, si deve fare ricorso al nome consacrato da usi e da consuetudini.

Inoltre la denominazione dell'alimento deve includere l'indicazione dello stato fisico nel quale si trova il prodotto o dell'eventuale specifico trattamento che esso ha subito (ad esempio "in polvere", "ricongelato", "liofilizzato", "surgelato", "concentrato", "affumicato"), nel caso in cui l'omissione di tale informazione potrebbe indurre in errore l'acquirente. Gli alimenti trattati con radiazioni ionizzanti devono recare una delle seguenti indicazioni: «irradiato» o «trattato con radiazioni ionizzanti». Nel caso di alimenti che sono stati congelati prima della vendita e sono venduti scongelati, la denominazione dell'alimento è accompagnata dalla designazione «scongelato».

8.2.2 Elenco degli ingredienti

L'elenco degli ingredienti di un prodotto alimentare è costituito dall'enumerazione di tutti gli ingredienti, in ordine di peso decrescente al momento della loro preparazione: nel prodotto finito tale ordine può subire, a causa del processo di produzione, una sostanziale modifica. Gli ingredienti che costituiscono meno del 2% del prodotto finito, possono essere elencati in ordine differente, dopo gli altri. Deve inoltre essere indicato qualsiasi ingrediente o coadiuvante tecnologico elencato nell'allegato II o derivato da una sostanza o un prodotto elencato in detto allegato che provochi allergie o intolleranze usato nella fabbricazione o nella preparazione di un alimento e ancora presente nel prodotto finito, anche se in forma alterata (Box1). Per tali sostanze, anche se impiegate nella preparazione come coadiuvanti tecnologici, sono previste modalità diverse di indicazione, che devono essere mostrate nella lista degli ingredienti, per permettere al consumatore di individuarle agevolmente. Gli **ingredienti allergenici**, con la nuova legge, devono essere evidenziati anche graficamente (es. in grassetto, sottolineato) rispetto agli altri, nell'apposita lista. Si deve ripetere la citazione, laddove lo stesso allergene sia presente in diversi ingredienti o altre matrici. Le nuove regole stabiliscono inoltre che le informazioni sugli allergeni dovranno essere fornite anche per i cibi non imballati, ad esempio quelli serviti nei ristoranti o nelle mense ove dovranno essere ben visibili al consumatore attraverso caratteri o stili

o sfondi differenti rispetto a quello degli altri ingredienti. Per le diciture **‘oli e i grassi vegetali’** di dovrà indicare specificatamente la natura (es. cocco, soia, palma, arachide) per gli **‘oli e grassi animale’** sarà possibile indicare la specie animale di provenienza. **Acqua e ingredienti volatili aggiunti** dovranno essere indicati solo se nel prodotto finito superano il 5% e sempre citati, invece, quando aggiunti nelle carni, nei prodotti della pesca e molluschi non processati. Viene introdotta una prima definizione di **‘nanomateriali ingegnerizzati’** e resa obbligatoria l’indicazione nell’elenco degli ingredienti: si definisce ‘nano’ il materiale prodotto intenzionalmente e caratterizzato da una o più dimensioni dell’ordine di 100 nm o inferiori, o che è composto di parti funzionali distinte, molte delle quali presentano una o più dimensioni dell’ordine di 100 nm o inferiori, compresi strutture, agglomerati o aggregati che possono avere dimensioni superiori all’ordine di 100 nm, ma che presentano proprietà caratteristiche della scala nanometrica.

8.2.3 La quantità di taluni ingredienti o categorie di ingredienti

Una norma importante è contenuta nell’articolo 22 del Regolamento del 2011 e riguarda l’obbligo di indicazione quantitativa di alcuni ingredienti (ingrediente caratterizzante evidenziato). Se l’etichettatura di un prodotto alimentare mette in evidenza per differenziarlo da altri della stesso tipo, la presenza o il limitato tenore di uno o più ingredienti essenziali per le caratteristiche di tale prodotto, deve essere indicata la quantità minima o massima degli ingredienti, espressa in percentuale. Questa indicazione deve essere apposta in prossimità immediata della denominazione di vendita del prodotto alimentare o nell’elenco degli ingredienti accanto all’ingrediente in questione. Lo scopo è quello di fornire al consumatore un’utile informazione per consentirgli di effettuare scelte oculute ed evitare la concorrenza sleale tra produttori.

Le modalità in cui un ingrediente può essere messo in evidenza sono: 1) l’ingrediente figura nella denominazione di vendita o caratterizza il prodotto (ad esempio yogurt alla fragola: nell’etichetta ci deve essere riportata la quantità di fragola presente); 2) quando l’ingrediente è messo in rilievo attraverso immagini o rappresentazioni grafiche riportate sulla confezione (ad esempio l’immagine di un frutto sul vasetto di yogurt). L’ingrediente caratterizzante evidenziato può comunque non essere indicato, qualora la quantità d’impiego degli ingredienti è fissata da norme specifiche; oppure nel caso di prodotti alimentari costituiti essenzialmente dall’ingrediente evidenziato; o nel caso di ingredienti utilizzati in debole dose come aromatizzanti.

8.2.4 La quantità netta

È la quantità di prodotto al netto della tara ed è una indicazione che non offre particolari elementi di riflessione. L’etichetta deve riportare, nel caso di prodotti preconfezionati in quantità unitarie costanti, la quantità nominale. Inoltre se un prodotto alimentare solido è presentato immerso in liquido di governo, deve essere indicata anche la quantità sgocciolata. L’obbligo di indicazione della quantità netta è escluso quando si tratta di prodotti soggetti a notevoli cali di massa o volume. In questo caso i prodotti devono essere pesati alla presenza dell’acquirente, ovvero riportare l’indicazione della quantità netta al momento in cui sono esposti per la vendita al consumatore (tale, ad esempio, il caso dei salumi).

8.2.5 Durabilità del prodotto, condizioni di conservazione o d'uso

La durabilità del prodotto, le condizioni particolari di conservazione e/o le condizioni d'impiego, le istruzioni per l'uso, sono elementi essenziali per una corretta gestione casalinga degli alimenti e per evitare il rischio di malattie causate da una cattiva conservazione degli alimenti. Conoscere la differenza tra data di scadenza e il termine minimo di conservazione può essere utile per evitare che un prodotto venga gettato quando ancora commestibile, riducendo gli sprechi.

Il “*termine minimo di conservazione*” (TMC) è la data fino alla quale il prodotto alimentare conserva le sue proprietà specifiche, in adeguate condizioni di conservazione. Oltre la data riportata, può aver modificato alcune caratteristiche organolettiche come il sapore e l'odore ma può essere consumato senza rischi per la salute. Il TMC è accompagnato dalla dicitura in etichetta “*da consumarsi preferibilmente entro*” (seguito dall'indicazione del giorno, mese ed anno). Questa indicazione non è richiesta solo in alcuni casi, ad esempio *ortofrutticoli freschi, bevande alcoliche, aceto, sale, zucchero, pane*.

Per i prodotti preconfezionati facilmente deperibili dal punto di vista microbiologico, che possono costituire dopo breve tempo un pericolo per la salute umana, il TMC è sostituito dalla “*data di scadenza*”. Essa è costituita dalla dicitura in etichetta “*da consumarsi entro*” e prevede l'indicazione delle condizioni di conservazione.

La scelta di utilizzare il TMC o la *data di scadenza* rispetto alla deperibilità del prodotto, è assegnata alla responsabilità operativa del produttore, il quale sulla base delle materie prime utilizzate per la preparazione del prodotto, stabilisce se esso abbia una suscettibilità di rapido deperimento o meno.

Con il nuovo Regolamento, l'indicazione “*da consumarsi entro*” è obbligatoria su ogni singola porzione preconfezionata.

Per gli alimenti che richiedono condizioni particolari di conservazione e/o d'uso, tali condizioni devono essere indicate sia a confezione chiusa sia una volta aperta.

8.2.6 Provenienza delle materie prime impiegate

Per i prodotti non trasformati il luogo d'origine riguarda il Paese di produzione; per quelli trasformati concerne il luogo dell'ultima trasformazione sostanziale e quello di coltivazione o allevamento della materia prima agricola prevalente utilizzata; queste informazioni risultano obbligatorie, nel caso in cui la loro omissione possa indurre in errore il consumatore. Uno dei tipici casi di contraffazione dei prodotti nazionali è proprio quello della bandiera italiana apposta su prodotti realizzati in altri Paesi.

Inoltre nel nuovo Regolamento, viene esteso l'obbligo di indicare nelle etichette il paese d'origine o il luogo di provenienza di tutte le carni fresche, regola già in vigore solo per quelle bovine, ma estesa anche al maiale, al pollame, all'agnello e alla capra. Invece, per quanto riguarda le carni trasformate in salumi e per il latte e derivati, l'obbligatorietà d'indicazione verrà dilatata in tappe in un lasso di tempo di due/tre anni. In futuro, l'etichettatura del Paese d'origine potrebbe essere estesa ad altre categorie di alimenti (come la carne utilizzata come

ingrediente, il latte o gli alimenti non trasformati), ma prima la Commissione dovrà effettuare valutazioni d'impatto per verificare la fattibilità e i potenziali costi che tali obblighi d'etichettatura comporterebbero.

8.2.7 Dichiarazione nutrizionale

La più grande novità del nuovo Regolamento è costituita dall'introduzione dell'obbligo di riportare la dichiarazione nutrizionale sulla maggior parte dei prodotti alimentari tranne che per le acque minerali gassate e/o aromatizzate, le spezie e piante aromatiche, sale ed edulcoranti. Per tutti gli altri prodotti la dichiarazione deve riportare in maniera comprensibile in un unico campo visivo, il contenuto energetico degli alimenti confezionati, grassi, acidi grassi saturi, carboidrati, proteine, zuccheri e sale espresse per 100 g o 100 ml di prodotto e, potranno inoltre, essere espresse anche in porzioni. La dichiarazione nutrizionale può essere integrata su base volontaria con l'indicazione su acidi grassi monoinsaturi, acidi grassi polinsaturi, polioli, amido, fibre, sali minerali o le vitamine se presenti in quantità significativa come definite dalla legge.

8.3 ALTRE NOVITÀ DEL REGOLAMENTO 1169/2011

- Il nuovo regolamento preclude che i consumatori possano essere fuorviati dalla presentazione degli imballaggi alimentari, riguardo all'aspetto, alla descrizione e alla presentazione grafica, che devono essere resi più ovvi e semplici.
- Riguardo all'imitazione dei cibi, è stato previsto che gli alimenti simili ad altri, ma ottenuti con ingredienti differenti (per esempio i *"simil-formaggi"* prodotti con materie vegetali), devono essere perfettamente distinguibili. Quindi nel caso in cui si sostituisse un ingrediente che dovrebbe normalmente essere parte del prodotto, ciò dovrà esplicitamente essere indicato sulla parte frontale dell'imballaggio, in caratteri ben visibili e accanto alla marca.
- La carne ottenuta dall'unione di più parti di carni dovrà essere indicata come *"carne ricomposta"*, lo stesso per il pesce, che sarà indicato come *"pesce ricomposto"*.
- Altra importante novità introdotta dalla nuova normativa riguarda le diciture e la leggibilità delle etichette che dovranno avere una dimensione minima al fine di facilitarne la leggibilità e l'individuazione da parte dell'acquirente (in caratteri la cui parte mediana sia minimo 1,2 mm o 0,9 mm per le confezioni inferiori a 80 cm²).
- Le bibite la cui presenza di caffeina sia superiore a 150 mg/l (ad esclusione di tè, caffè...) dovranno riportare la dicitura *"tenore elevato di caffeina"*, e l'avvertimento *"non raccomandato per bambini e donne in gravidanza o nel periodo di allattamento"*.
- Gli alimenti congelati o surgelati venduti scongelati devono riportare sull'etichetta la dicitura *"scongelato"*. Nei prodotti ittici, nella carne e nelle preparazioni a base di carne surgelata o congelata non lavorata deve essere mostrata l'indicazione del giorno, mese e anno di surgelazione o congelamento.
- Se la superficie della confezione è inferiore a 10 cm², l'etichetta potrà riportare solo le in-

formazioni principali (denominazione di vendita, allergeni, peso netto, termine minimo di conservazione...) disposte nella posizione più adatta.

8.4 GDA: NUOVA PRESENTAZIONE GRAFICA

Nel nuovo regolamento è chiara l'apertura verso altre forme di informazione nutrizionale. Il valore energetico e le quantità di sostanze nutritive possono essere indicati mediante altre forme di espressione e/o presentati usando forme o simboli grafici.

Su base volontaria è ammesso l'indicazione delle quantità di energia e nutrienti giornalieri indicative (*Valori Giornalieri di riferimento* o *Guideline Daily Amounts*, GDA's), al fine di indicare i contributi percentuali della porzione dell'alimento rispetto al fabbisogno giornaliero. Qualora venga fornita questa indicazione, essa dovrà essere accompagnata dalla precisazione che *"i valori si riferiscono ad un adulto medio (8400 kJ/2000 kcal)"*. Per specifici gruppi di popolazione, ogni Paese membro può disporre di misure per la loro indicazione, in attesa di un documento che verrà sviluppato dalla Commissione riferito alle GDA's di specifici gruppi di popolazione. Entro tre anni verrà inoltre redatto un dossier sulla possibile indicazione obbligatoria degli acidi grassi trans nella tabella nutrizionale, per i quali al momento non è consentita la menzione, nemmeno su base volontaria.

Chi ha ideato le GDA?

Le GDA sono state originariamente sviluppate dall'Institute of Grocery Distribution (IGD) nel 1998 e successivamente rielaborate da un gruppo di lavoro europeo della CIAA (Confederazione europea delle Industrie di Alimenti e Bevande - Confederation of Food and Drink Industries of the EEC).

A cosa si riferiscono e come si presentano?

Riportano la quantità di calorie contenuta in una porzione e la percentuale di energia rispetto alla quantità giornaliera indicativa; inoltre possono comparire sulla confezione (a scelta dell'azienda) anche le percentuali di zuccheri, grassi totali, grassi saturi e sodio, riferite sempre alla singola porzione e calcolate rispetto ai valori di riferimento.

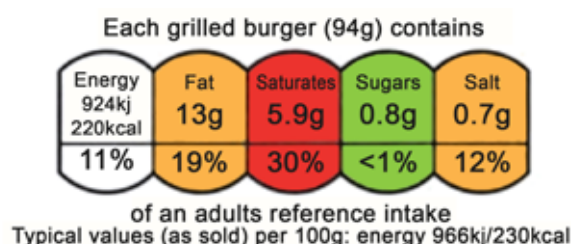


Come sono calcolate le GDA?

Le GDA sono calcolate sulle indicazioni nutrizionali riferite ad un adulto la cui dieta di riferimento prevede un apporto complessivo di 2000 kcal. In precedenza i valori di riferimento necessari per costruire l'etichetta nutrizionale erano stabiliti da organi scientifici ufficiali (Comitato Scientifico dell'Alimentazione Umana, SCF); attualmente una delle fonti scientifiche di base è la Confederazione Europea delle Industrie di Alimenti e Bevande (Figura 1). Per esempio per il sale, ora il livello di riferimento per l'etichetta è di 6g (livello indicato dall'industria e ripreso dall'EFSA) contro 5g stabiliti da World Health Organization nel 2003 (WHO, 2003)

8.5 ETICHETTA A SEMAFORO

Un altro esempio, tra i tanti, di espressione supplementare è rappresentata dai grafici “a semaforo” (vedi Figura.2 e 3) per indicare i cibi che contengono troppi grassi o zuccheri, o anche per sottolineare il basso contenuto di questi elementi. La Food Standards Agency (<http://www.food.gov.uk/scotland/scotnut/signposting>) ha lanciato un nuovo sistema di etichettatura nutrizionale allo scopo di aiutare i consumatori ad identificare in maniera rapida le informazioni nutrizionali relative al cibo che acquistano. I colori utilizzati nel semaforo indicano il contenuto di zuccheri, sale, grassi e calorie per 100 grammi di prodotto. Il rosso sta per un contenuto alto di grassi, zuccheri o sale, il giallo indica una quantità media e il verde un contenuto basso.



Nell'etichetta che viene così prodotta rosso significa che il l'alimento è ricco di questo nutriente e ne raccomanda quindi un basso consumo, giallo indica un contenuto medio e l'alimento può essere consumato più spesso e verde significa contenuto basso, quindi la presenza di più icone rosse o verdi ne indica il “via libera” o meno al consumo. Nell'icona è indicata anche la percentuale rispetto all'assunzione giornaliera raccomandata.

Il nuovo schema, raccomandato per l'uso in tutto il Regno Unito, è stato però messo in discussione dalla comunità europea in quanto non prende in considerazione le quantità di consumo degli alimenti, e il loro utilizzo all'interno di un regime alimentare quotidiano, bensì la sola composizione in nutrienti, creando degli assurdi paradossi. Per esempio: l'olio di oliva viene indicato con il rosso per il suo contenuto in grassi risultando essere più dannoso per la salute rispetto, per esempio, alla coca cola light, indicata in verde perché senza zuccheri, che risulta a sua volta con più segnali “verdi” del latte intero.

L'applicazione del metodo, che inizialmente voleva essere adottato anche dalla Francia, è stata messa al bando dalla comunità europea in quanto fornisce informazioni nutrizionali approssimative e fuorvianti, penalizzando, inoltre, prodotti di qualità.

8.6 INDICAZIONI NUTRIZIONALI E SALUTISTICHE

La ricerca scientifica ha da anni evidenziato che alcune sostanze nutritive hanno un effetto positivo sulla salute umana e negli ultimi anni si è assistito ad un crescente numero di prodotti che richiamano, in etichetta o attraverso la pubblicità, la presenza nel prodotto di queste sostanze e di conseguenza la loro funzione positiva. Gli alimenti commercializzati con queste caratteristiche possono essere percepiti dal consumatore come portatori di un beneficio nutrizionale, fisiologico o, in generale, positivo per la salute e ciò crea un evidente vantaggio commerciale per alcuni produttori. La Commissione Europea è perciò intervenuta al fine di garantire la correttezza negli scambi commerciali, difatti la presenza di differenti disposizioni nazionali relative alle indicazioni nutrizionali e sulla salute, può impedire la libera circolazione degli alimenti. Sono stati quindi stabiliti i principi generali, applicabili per la pubblicità ed etichettatura di questa particolare tipologia di alimenti, al fine di garantire un elevato livello di tutela dei consumatori e la piena consapevolezza delle scelte di acquisto.

Il primo atto normativo comunitario in cui si rileva l'importanza della nutrizione come uno dei fattori più importanti della salute, risale al dicembre 2000 attraverso la direttiva 90/496 CEE. Per migliorare lo stato di salute, il Consiglio afferma che occorre intervenire sull'alimentazione, segnalando che tutta la letteratura scientifica conferma il dato che una dieta inadeguata, associata ad una attività fisica insufficiente, sia causa di alcune patologie. Quindi per contrastare questa situazione, il Consiglio ritiene importante informare il consumatore attraverso le indicazioni nutrizionali, ovvero sviluppando un'etichettatura completa.

Nel 2005 la Commissione ha presentato il Libro Verde *“Promuovere le diete sane e l'attività fisica, una dimensione europea nella prevenzione di sovrappeso, obesità e malattie croniche”*, in cui si afferma che l'obesità è responsabile di alti costi sanitari (stima in Europa è di circa il 7%) e che queste spese sono destinate ad aumentare. Di qui nasce l'interesse a ridurre i costi a lungo termine, per quanto riguarda le malattie, attraverso l'educazione e l'informazione dei consumatori.

La descrizione di informazione nutrizionale è ben enunciata in alcune direttive negli anni redatte (direttiva 90/496 CEE e successiva modifica contenuta nella direttiva 2008/100 CE, relative all'etichettatura nutrizionale dei prodotti alimentari), in cui viene definita come *“una descrizione e un messaggio pubblicitario che affermi, suggerisca o richiami che un alimento possiede particolari caratteristiche nutrizionali inerenti al valore energetico che esso fornisce o fornisce a tasso ridotto o maggiorato ovvero non fornisce e ai nutrienti che esso contiene o contiene in proporzione ridotta o maggiorata ovvero non contiene”*.

Nel 2006, invece è stato pubblicato il regolamento CE 1924/2006, relativo alle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari, che integra i principi generali della direttiva 2000/13/CE e stabilisce disposizioni specifiche riguardanti l'utilizzo delle stesse. Vengono in esso individuate tre diverse categorie di indicazioni (termine inglese *claims*) che possono essere riportate su etichette e pubblicità:

- indicazioni nutrizionali che affermino, suggeriscano o sottintendano, che un alimento ha determinate proprietà benefiche derivanti dalla sua composizione (relativamente all'energia o a una determinata sostanza nutritiva). Esempi di questo tipo di indicazioni sono: *“fonte di”, “privo di”, con “elevato o basso o ridotto contenuto calorico”*;

- indicazioni sulla salute che affermino, suggeriscano o sottintendano l'esistenza di un rapporto tra un alimento o uno dei suoi componenti e la salute. Questo tipo di indicazione fa riferimento alla funzione fisiologica di un componente, come il *“calcio può aiutare a rafforzare le ossa”*. L'indicazione deve essere basata su dati scientifici generalmente accettati ed essere di facile comprensione per il consumatore medio;
- indicazioni relative alla riduzione di un rischio di malattia: si tratta di un tipo specifico di indicazioni sulla salute, che affermano che un alimento, o un suo componente, riduce in maniera significativa un fattore di rischio per le malattie umane. Ad esempio *“i fitosteroli possono aiutare a ridurre il colesterolo nel sangue”*, riducendo così un fattore di rischio per le patologie cardiovascolari. Per la prima volta viene consentito menzionare le malattie sui prodotti alimentari, ma solo successivamente all'approvazione da parte della Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA).

L'EFSA svolge un importante funzione in tema di indicazioni nutrizionali e sulla salute, difatti secondo il regolamento 1924/2006 ha il compito di fornire:

- consulenza sulla redazione di un elenco positivo di indicazioni sulla salute ammesse;
- parere sulle singole richieste di autorizzazione all'uso di indicazioni sulla salute;
- consulenza sulla preparazione di richieste di autorizzazione all'impiego di indicazioni sulla salute;
- consulenza scientifica sui profili nutrizionali.

Di queste informazioni si avvalgono poi la Commissione europea e gli Stati membri, cui spetta decidere se autorizzare o meno le indicazioni.

La normativa comunitaria è andata ad integrarsi alla normativa nazionale, già presente in Italia con il D.Lgs. 77/1993, relativa alle modalità di predisposizione della tabella nutrizionale (le modalità in cui le informazioni devono essere tabulate, incolonnate, le unità di misura dei nutrienti, etc.), che deve obbligatoriamente figurare sui prodotti che recano le indicazioni nutrizionali e sulla salute.

Il regolamento CE 1924/2006 parte anch'esso dal presupposto che a livello comunitario, incongruenze nel campo dell'informazione nutrizionale e sulla salute possono costituire un ostacolo alla libera circolazione dei prodotti, quindi c'è un interesse ad armonizzare le indicazioni fornite sui prodotti alimentari. Gli obiettivi sono rappresentati dal raggiungimento di un elevato livello di tutela dei consumatori, dal miglioramento della libera circolazione delle merci, nella promozione e tutela dell'innovazione nel settore dei prodotti alimentari. Il consumatore deve essere messo in grado di valutare la qualità nutrizionale complessiva, infatti le informazioni devono essere chiare e trasparenti.

Un aspetto molto importante è che una indicazione nutrizionale sulla salute, quando non sia compresa dal consumatore è inutile, mentre se è malintesa può essere forviante, quindi:

- ci sono *indicazioni forvianti* per come sono poste, anche se risultano vere nelle sostanza: la menzione *“senza grassi al 90%”* potrebbe essere veritiera ma il fatto che residuino il 10% di grassi induce il consumatore a non essere al corrente che invece per quella categoria merceologica il prodotto sia ricco di grassi;
- ci sono poi *indicazioni vere ma non comprensibili* come ad esempio *“il folato può aiutare a ridurre i livelli di omocisteina nel plasma”* è una indicazione che il consumatore medio non è in grado di decifrare, infatti non viene ammessa, perché reputata forviante;

- altre indicazioni forvianti sono quelle che fanno riferimento a benefici generali e non specifici, come ad esempio *“eccellente per l’organismo”*, *“rafforza la resistenza dell’organismo”*, *“aiuta a mantenere il corpo in buona forma”*, sono tutte indicazioni non consentite, in quanto non dotate di supporto scientifico;
- altri fattori forvianti sono le indicazioni che possono influenzare le funzioni psicologiche e comportamentali del consumatore, come ad esempio *“vitamine intellettuali”*, *“buona memoria e concentrazione”* che disinformano e ingannano i consumatori;
- infine per quanto riguarda tutti i *“riferimenti a diete ipocaloriche volte alla riduzione del peso”* sono vietati i riferimenti a tempi o alla quantità di perdita di peso (ad esempio *“dimezza/riduce l’assunzione di calorie”* è una indicazione proibita).

L'allegato (A) al regolamento CE 1924/2006 contiene le indicazioni nutrizionali consentite e le relative condizioni di applicazione.

ALLEGATO (A)

Regolamento 1924/2006: Indicazioni nutrizionali e relative condizioni di applicazione

A BASSO CONTENUTO CALORICO

L'indicazione che un alimento è a basso contenuto calorico e ogni altra indicazione, che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 40 kcal (170 kJ)/100 g per i solidi o più di 20 kcal (80 kJ)/100 ml per i liquidi. Per gli edulcoranti da tavola si applica il limite di 4 kcal (17 kJ)/dose unitaria, equivalente a 6 g di zucchero (circa un cucchiaino).

A RIDOTTO CONTENUTO CALORICO

L'indicazione che un alimento è a ridotto contenuto calorico, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il valore energetico è ridotto di almeno il 30%, con specificazione delle caratteristiche che provocano una riduzione nel valore energetico totale dell'alimento.

SENZA CALORIE

L'indicazione che un alimento è senza calorie, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 4 kcal (17 kJ)/100 ml. Per gli edulcoranti da tavola si applica il limite di 0,4 kcal (1,7 kJ)/dose unitaria equivalente a 6 g di zucchero (circa un cucchiaino).

A BASSO CONTENUTO DI GRASSI

L'indicazione che un alimento è a basso contenuto di grassi, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 3 g di grassi per 100 g per i solidi o 1,5 g di grassi per 100 ml per i liquidi (1,8 g di grassi per 100 ml nel caso del latte parzialmente scremato).

SENZA GRASSI

L'indicazione che un alimento è senza grassi, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 0,5 g di grassi per 100 g o 100 ml. Le indicazioni con la dicitura «X % senza grassi» sono tuttavia proibite.

A BASSO CONTENUTO DI GRASSI SATURI

L'indicazione che un alimento è a basso contenuto di grassi saturi e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore sono consentite solo se la somma degli acidi grassi saturi e degli acidi grassi trans contenuti nel prodotto non supera 1,5 g/100 g per i solidi o 0,75 g/100 ml per i liquidi; in entrambi i casi la somma degli acidi grassi saturi e acidi grassi trans, non può corrispondere a più del 10% dell'apporto energetico.

SENZA GRASSI SATURI

L'indicazione che un alimento è senza grassi saturi e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se la somma degli acidi grassi saturi e acidi grassi trans, non supera 0,1 g di grassi saturi per 100 g o 100 ml.

A BASSO CONTENUTO DI ZUCCHERI

L'indicazione che un alimento è a basso contenuto di zuccheri, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 5 g di zuccheri per 100 g per i solidi o 2,5 g di zuccheri per 100 ml per i liquidi.

SENZA ZUCCHERI

L'indicazione che un alimento è senza zuccheri, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 0,5 g di zuccheri per 100 g o 100 ml.

SENZA ZUCCHERI AGGIUNTI

L'indicazione che all'alimento non sono stati aggiunti zuccheri, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto non contiene mono - o disaccaridi aggiunti o ogni altro prodotto alimentare utilizzato per le sue proprietà dolcificanti. Se l'alimento contiene naturalmente zuccheri, l'indicazione seguente deve figurare sull'etichetta: «*CONTIENE NATURALMENTE ZUCCHERI*».

A BASSO CONTENUTO DI SODIO/SALE

L'indicazione che un alimento è a basso contenuto di sodio/sale, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 0,12 g di sodio, o un valore equivalente di sale, per 100 g o 100 ml. Per le acque diverse dalle acque minerali naturali, che rientrano nel campo di applicazione della direttiva 80/777 CEE, questo valore non deve superare 2 mg di sodio per 100 ml.

A BASSISSIMO CONTENUTO DI SODIO/SALE

L'indicazione che un alimento è a bassissimo contenuto di sodio/sale, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 0,04 g di sodio, o un valore equivalente di sale, per 100 g o 100 ml. Tale indicazione non è utilizzata per le acque minerali naturali o per altre acque.

SENZA SODIO o SENZA SALE

L'indicazione che un alimento è senza sodio o senza sale, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene non più di 0,005 g di sodio, o un valore equivalente di sale, per 100 g.

FONTE DI FIBRE

L'indicazione che un alimento è fonte di fibre, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene almeno 3 g di fibre

per 100 g o almeno 1,5 g di fibre per 100 kcal.

AD ALTO CONTENUTO DI FIBRE

L'indicazione che un alimento è ad alto contenuto di fibre, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto contiene almeno 6 g di fibre per 100 g o almeno 3 g di fibre per 100 kcal.

FONTE DI PROTEINE

L'indicazione che un alimento è fonte di proteine, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se almeno il 12 % del valore energetico dell'alimento è apportato da proteine.

AD ALTO CONTENUTO DI PROTEINE

L'indicazione che un alimento è ad alto contenuto di proteine, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se almeno il 20% del valore energetico dell'alimento è apportato da proteine.

FONTE DI (NOME DELLA O DELLE VITAMINE) E/O (NOME DEL O DEI MINERALI)

L'indicazione che un alimento è fonte di vitamine e/o minerali, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, e sono consentite solo se il prodotto contiene almeno una quantità significativa di cui all'allegato della direttiva 90/496 CEE o una quantità prevista dalle deroghe di cui all'articolo 6 del regolamento CE 1925/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 dicembre 2006, sull'aggiunta di vitamine e minerali e di talune sostanze di altro tipo agli alimenti.

AD ALTO CONTENUTO DI (NOME DELLA O DELLE VITAMINE) E/O (NOME DEL O DEI MINERALI)

L'indicazione che un alimento è ad alto contenuto di vitamine e/o minerali, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, e sono consentite solo se il prodotto contiene almeno due volte il valore di una fonte naturale di «*NOME DELLA O DELLE VITAMINE e/o NOME DEL O DEI MINERALI*».

CONTIENE (NOME DELLA SOSTANZA NUTRITIVA O DI ALTRO TIPO)

L'indicazione che un alimento contiene una sostanza nutritiva o di altro tipo, per cui non sono stabilite condizioni specifiche nel presente regolamento, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto è conforme a tutte le disposizioni applicabili del presente regolamento, in particolare all'articolo 5. Per le vitamine e i minerali si applicano le condizioni dell'indicazione «fonte di». 18.1.2007 L 12/17 Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea IT GU L 404 del 30.12.2006.

A TASSO ACCRESCIUTO DI (NOME DELLA SOSTANZA NUTRITIVA)

L'indicazione che il contenuto di una o più sostanze nutritive, diverse dalle vitamine e dai

minerali, è stato accresciuto, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se il prodotto è conforme alle condizioni stabilite per l'indicazione «fonte di» e l'aumento del contenuto è pari ad almeno il 30% rispetto a un prodotto simile.

A TASSO RIDOTTO DI (NOME DELLA SOSTANZA NUTRITIVA)

L'indicazione che il contenuto di una o più sostanze nutritive è stato ridotto, e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono consentite solo se la riduzione del contenuto è pari ad almeno il 30% rispetto a un prodotto simile, ad eccezione dei micronutrienti, per i quali è accettabile una differenza del 10% nei valori di riferimento di cui alla direttiva 90/496 CEE, e del sodio o del valore equivalente del sale, per i quali è accettabile una differenza del 25%.

LEGGERO/LIGHT

L'indicazione che un prodotto è «leggero» o «light», e ogni altra indicazione che può avere lo stesso significato per il consumatore, sono soggette alle stesse condizioni fissate per il termine «ridotto»; l'indicazione è inoltre accompagnata da una specificazione delle caratteristiche che rendono il prodotto «leggero» o «light».

NATURALMENTE/NATURALE

Se un alimento soddisfa in natura le condizioni stabilite dal presente allegato per l'impiego di un'indicazione nutrizionale, il termine «naturalmente/naturale» può essere inserito all'inizio dell'indicazione. 18.1.2007 L 12/18 Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea IT.

8.7 QUALI INFORMAZIONI DELL'ETICHETTA ALIMENTARE LEGGONO I CONSUMATORI

Nel corso dell'ultima indagine nazionale sui consumi alimentari INRAN-SCAI 2005-06, è stato chiesto agli individui partecipanti di compilare una serie di questionari sulle loro abitudini alimentari (http://nut.entecra.it/710/I_consumi_alimentari__INRAN-SCAI_2005-06.html). Tra i vari quesiti, i soggetti hanno risposto ad una serie di domande relative all'acquisizione di informazioni attraverso la consultazione delle etichette alimentari.

I risultati hanno messo in evidenza come il 43% dei soggetti dichiara di leggerle spesso o sempre, abitudine più diffusa tra le femmine (55%) rispetto ai maschi (28%), mentre la più bassa percentuale si riscontra tra gli adolescenti con solo l'11%; il 40% del totale legge le etichette qualche volta mentre l'11% non le legge mai. Le informazioni che vengono lette più frequentemente (spesso o sempre) risultavano essere nell'ordine la scadenza del prodotto (74%), le modalità di conservazione (44%), le modalità d'uso (41%), la provenienza del prodotto (37%), l'elenco degli ingredienti (34%), il contenuto in nutrienti (26%), il tipo di additivi presenti (24%), tutte le informazioni riportate (23%).

Per quanto riguarda l'etichetta nutrizionale, che rappresenta un potenziale strumento utilizzabile dal consumatore per scegliere i prodotti alimentari nel momento dell'acquisto, i dati di una indagine europea (progetto Eatwell) hanno evidenziato che più dell'80% dei consumatori europei è d'accordo che i prodotti alimentari riportino in etichetta le informazioni sui nutrienti e calorie contenute. In ogni caso non c'è sufficiente evidenza in letteratura da suggerire se l'informazione nutrizionale in etichetta abbia o meno un impatto sulle reali scelte di alimenti. La Figura 4 riporta i risultati di uno studio in cui un campione di 11781 consumatori europei intervistati subito dopo aver scelto e messo il prodotto nel carrello della spesa. Solo il 16,8% ha dichiarato di aver letto l'etichetta nutrizionale, e di aver letto principalmente il contenuto in calorie e grassi. Tuttavia, al momento di scegliere il prodotto, la motivazione che ha portato a selezionare il prodotto è stato principalmente il gusto, seguito dalle preferenze famigliari (Figura 5).

8.8 KEY POINTS

Negli ultimi decenni le abitudini alimentari hanno subito considerevoli modifiche dovute all'introduzione sempre crescente di prodotti trasformati che hanno in parte sostituito gli alimenti semplici. Di conseguenza l'industria alimentare ha assunto una funzione molto rilevante nell'economia della Unione Europea e rappresenta un patrimonio da tutelare, ma non sempre però gli interessi dell'industria alimentare coincidono con quelli dei consumatori sia per la tutela della loro salute che dei loro interessi economici. Per questo motivo il nuovo Regolamento 1169/2011 EU, rappresenta un grande passo in avanti per migliorare le condizioni di salute dei cittadini dell'Unione Europea e, *sostituendo una direttiva datata da oltre trent'anni, è determinante sia per la sicurezza dei consumatori sia per dare maggiore trasparenza e tutelare meglio la qualità dei prodotti italiani contro la pratica scorretta dell'italian sounding*.

L'assoluta trasparenza della provenienza dei cibi e delle informazioni nutrizionali prevista dal recente regolamento, rappresenta un importante chiave di tutela della salute e di seguito sono

ricapitolati quelli che risultano essere i punti rilevanti:

- le etichette devono contenere informazioni precise sul valore nutrizionale degli alimenti, ma allo stesso tempo debbono essere attivate adeguate campagne di informazione su come interpretarle per evitare errori dietetici;
- devono indicare in modo trasparente la presenza negli alimenti di eventuali sostanze potenzialmente pericolose come la caffeina e le sostanze dotate di potere allergenico;
- è previsto che nel futuro sia segnalata la possibile presenza di nano materiali;
- le etichette devono essere facilmente leggibili;
- per quanto riguarda l'origine degli alimenti, è obbligatoria per le carni bovine ed i prodotti derivati, mentre per le altre carni, l'obbligatorietà si limita ai prodotti freschi. Per quanto riguarda gli altri alimenti le istituzioni comunitarie dovranno prendere delle decisioni in tempi successivi.

PERCHÉ È UTILE LEGGERE LE ETICHETTE?

- consentono al consumatore di essere correttamente informato sul prodotto
- tutela igienico sanitaria per il consumatore
- tutela particolari fasce della popolazione (es. soggetti allergici)
- permettono di scegliere il prodotto più vicino alle proprie esigenze
- permettono di attuare una valutazione sul rapporto qualità/prezzo

QUALI CARATTERISTICHE DEVONO AVERE PER LEGGE?

- Corretta e trasparente informazione
- Facile comprensione
- Essere facilmente leggibili
- Essere indelebili
- Essere stampate nella lingua ufficiale del Paese

BOX 1 - LISTA DEGLI ALLERGENI

Cereali contenenti glutine e relativi prodotti
 Crostacei e relativi prodotti
 Uova e relativi prodotti
 Pesce e relativi prodotti
 Arachidi e relativi prodotti
 Semi di soia e relativi prodotti
 Latte e relativi prodotti (incluso il lattosio)
 Frutta a guscio e relativi prodotti: mandorle, nocciole, tutte le noci, anacardi, pistacchi
 Sedano e relativi prodotti
 Senape e relativi prodotti
 Semi di sesamo e relativi prodotti
 Anidride solforosa e solfiti
 Lupino e relativi prodotti
 Molluschi e relativi prodotti

FIGURA 1. Estratto dal documento EFSA "Review of labelling reference intake values" (EFSA, 2009)

 Review of labelling reference intake values					
Table 1. Proposed labelling reference intake values for nutrients and labelling reference intakes currently used					
Energy or nutrient	"Reference Intake" as proposed in the draft regulation	Conversion factor kcal/g	kcal	% Energy for a 2000 kcal (8400 kJ) diet	Labelling reference intake values currently used ^a
Energy	8400 kJ (2000 kcal)				W: 2000-2070 kcal ^b M: 2500 kcal ^b
Total fat	70 g	9	630	31.5	W: 65-70 g M: 80-95 g
Saturated fat	20 g	9	180	9	W: 20 g M: 30 g
Carbohydrate	230 g	4	920	46	W: 230-270 g M: 300-340 g
Sugars	90 g	4	360	18	W: -90 g M: 110-120 g
Salt	6g	-	-	-	Women: 6 g M: 6 g

W = Women; M = Men

^a From: CIAA, 2006; EUFIC, 2007; IGD, 2005; FSANZ, 2008; FDA, 2007.

^b A factor of 4.2 is used for the conversion of kcal into kJ.

FIGURA 2. Criteri per la classificazione di alimenti (per 100g)

Text	LOW	MEDIUM	HIGH	
Colour code	Green	Amber	Red	
Fat	≤ 3.0g/100g	> 3.0g to ≤ 17.5g/100g	> 17.5g/100g	> 21g/portion
Saturates	≤ 1.5g/100g	> 1.5g to ≤ 5.0g/100g	> 5.0g/100g	> 6.0g/portion
(Total) Sugars	≤ 5.0g/100g	> 5.0g and ≤ 22.5g /100g	> 22.5g/100g	> 27g/portion
Salt	≤ 0.3g/100g	> 0.3g to ≤ 1.5g/100g	>1.5g/100g	>1.8g/portion

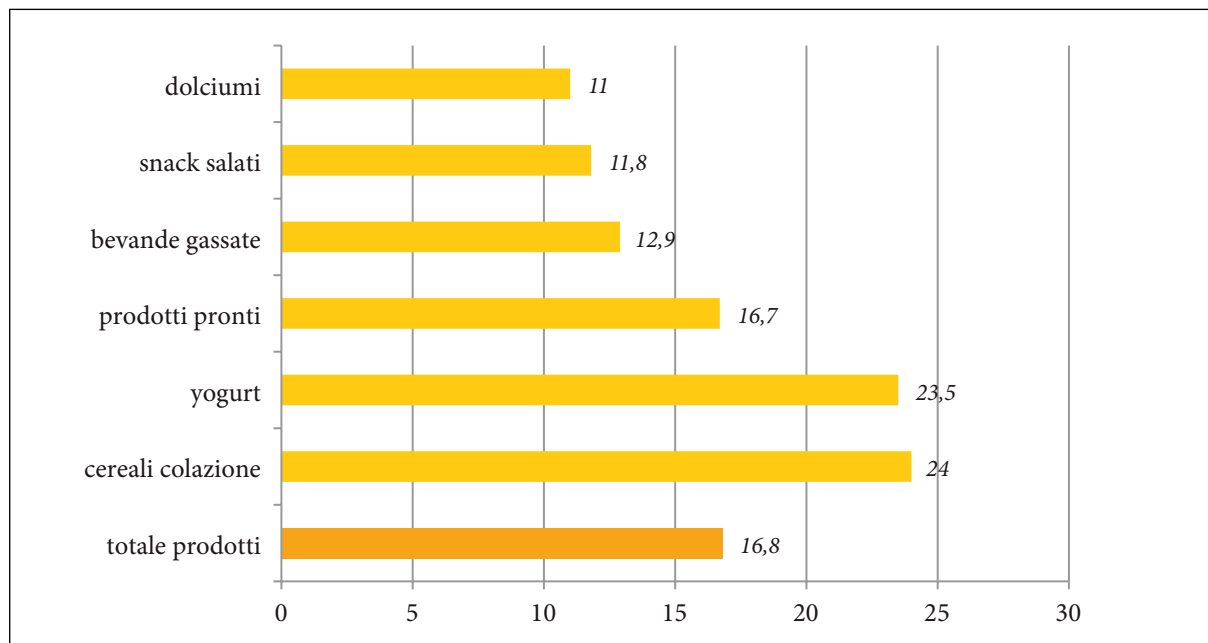
Note: portion size criteria apply to portions/serving sizes greater than 100g

FIGURA 3. Criteri per la classificazione di bevande (per 100g)

Text	LOW	MEDIUM	HIGH	
Colour code	Green	Amber	Red	
Fat	≤ 1.5g/100ml	> 1.5g to ≤ 8.75g/100ml	> 8.75g/100ml	>10.5g/portion
Saturates	≤ 0.75g/100ml	> 0.75g to ≤ 2.5g/100ml	> 2.5g/100ml	> 3g/portion
(Total) Sugars	≤ 2.5g/100ml	> 2.5g to ≤ 11.25g/100ml	> 11.25g/100ml	> 13.5g/portion
Salt	≤ 0.3g/100ml	>0.3g to ≤0.75g/100ml	> 0.75g/100ml	> 0.9g/portion

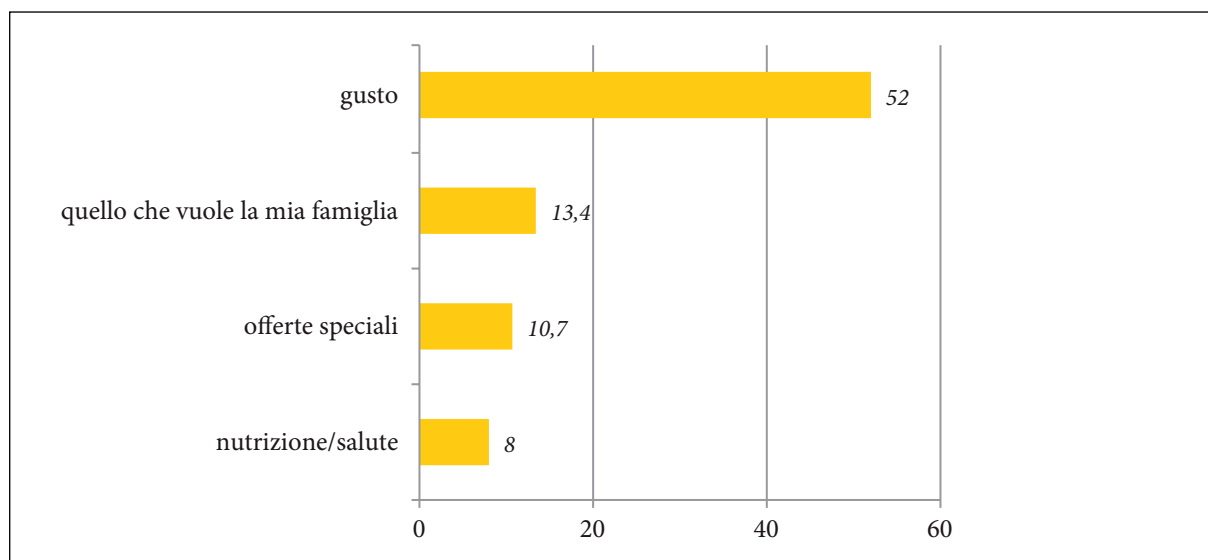
Note: Portion size criteria apply to portions/serving sizes greater than 150ml

FIGURA 4. Rispondenti che hanno guardato le informazioni nutrizionali, prima di mettere nel carrello il prodotto* (elaborazione da Grunert et al, 2010) (media paesi: UK, Svezia, Francia, Germania, Polonia, Ungheria; n=11781)



(*) cereali per la prima colazione, yogurt, pasti pronti preconfezionati, bevande gassate, snack salati, dolciumi

FIGURA 5. Per quale motivo ha acquistato il prodotto*? (media paesi: UK, Svezia, Francia, Germania, Polonia, Ungheria; n=11781) (elaborazione da Grunert et al, 2010)



(*) cereali per la prima colazione, yogurt, pasti pronti preconfezionati, bevande gassate, snack salati, dolciumi

9. LA PIANIFICAZIONE DEI CONTROLLI BASATA SUI RISCHI: IL PIANO NAZIONALE INTEGRATO MULTI ANNUALE DEI CONTROLLI UFFICIALI (PNI/MANCP)

PREMESSA

La politica di sicurezza alimentare dell'Unione Europea ha da sempre mirato a proteggere la salute e gli interessi dei consumatori, garantendo al tempo stesso il regolare funzionamento del mercato interno. Per raggiungere tale obiettivo, la Comunità Europea ha elaborato un quadro giuridico su norme di controllo in materia di igiene degli alimenti e dei prodotti alimentari, di salute e benessere degli animali, di salute delle piante e prevenzione dei rischi di contaminazione da sostanze esterne. Così cita il libro bianco sulla sicurezza alimentare:

“La politica europea degli alimenti deve essere fondata su standard elevati di sicurezza alimentare onde tutelare e promuovere la salute dei consumatori. La produzione e il consumo di alimenti è un fatto centrale di ogni società e ha ripercussioni economiche, sociali e, in molti casi, ambientali”.

Il Regolamento CE 178/2002, stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare; istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare EFSA e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare, tra cui il sistema rapido di allerta RASFF.

Già da questo primo Regolamento si nota come ci sia un approccio globale ed integrato di “*filiere*”, basato sull'analisi del rischio (valutazione del rischio, gestione del rischio, e comunicazione del rischio), l'attribuzione della responsabilità primaria agli operatori del settore alimentare e dei mangimi e l'obbligo della rintracciabilità, al fine di prevenire l'esposizione dei consumatori a rischi ritenuti inaccettabili.

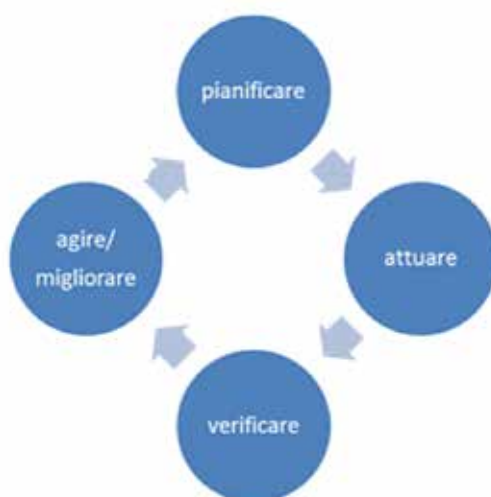
Con la formulazione del “Pacchetto Igiene”, entrato in vigore il 1 gennaio 2006, si è cercato di rendere meno complesso il sistema normativo, riducendo o eliminando alcune delle criticità presenti in precedenza e introducendo delle importanti innovazioni. Tra i regolamenti innovativi c'è il Regolamento (CE) n.882/2004 relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali.

Il Piano Nazionale Integrato (PNI/MANCP) redatto proprio ai sensi del Regolamento (CE) n.882/2004, stabilisce che **“ciascuno stato membro predispone un unico piano integrato di controllo nazionale ed elabora per ciascun anno una relazione annuale sui dati dei controlli svolti.**

La pianificazione e la programmazione dei controlli devono essere orientate sulla base dei

rischi e devono mirare alla razionalizzazione ed ottimizzazione delle verifiche, nel rispetto del dettato normativo vigente. Pertanto, entrambe devono tener conto degli esiti dell'attività svolta illustrati nella relazione annuale al PNI.

Il Piano Nazionale Integrato e la Relazione annuale al PNI sono elementi fondamentali di un processo circolare (Plan-Do-Check-Act) teso ad una graduale e costante ottimizzazione del Sistema dei controlli ufficiali, in una visione integrata di tutte le fasi della filiera agroalimentare.



Le garanzie sugli aspetti di sicurezza ed igiene degli alimenti sono fornite dalla rete del sistema di controllo ufficiale nazionale, le cui autorità competenti sono state individuate con il D.L.vo 193/2007 e descritte nel Piano Nazionale Integrato.

Infine, va ricordata l'importanza del supporto specializzato fornito dalla rete dei laboratori pubblici, addetti ai controlli ufficiali, che completano il quadro delle autorità preposte alla verifica della conformità degli alimenti.

9.1 IL PIANO NAZIONALE INTEGRATO (PNI)

Il Piano Nazionale Integrato (PNI o MANCP), descrive il “Sistema Italia” dei controlli ufficiali in materia di alimenti, mangimi, sanità e benessere animale e sanità delle piante ed è finalizzato alla razionalizzazione delle attività di controllo, mediante un'opportuna considerazione dei rischi e un adeguato coordinamento di tutti i soggetti istituzionali coinvolti.

Data la vastità degli argomenti e le relative competenze trattate, il Piano 2011-2014 vede un'intensa e proficua collaborazione tra il Ministero della Salute, punto di contatto nazionale, e le diverse Amministrazioni coinvolte:

- Regioni e Province Autonome;
- Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF);
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM);
- Agenzia delle Dogane e dei Monopoli;

- Guardia di Finanza, Capitanerie di porto, Corpo Forestale dello Stato e i reparti specializzati dell'Arma dei Carabinieri: CC per la tutela della Salute (NAS), CC Politiche Agricole e Alimentari (NAC), CC per la Tutela dell'Ambiente (NOE).

9.2 LA RELAZIONE ANNUALE

La Relazione Annuale al PNI è suddivisa in 6 capitoli, in linea con la Decisione europea n. 654/2008/CE ed ha il principale obiettivo di fornire una visione completa del panorama produttivo italiano e dei controlli ufficiali svolti nell'anno precedente. L'analisi dei dati riportati nei capitoli consentono di poter meglio orientare la programmazione dei controlli ufficiali sulla base dei rischi.

Nell'insieme, i capitoli della Relazione forniscono gli elementi per l'autovalutazione. Per questo motivo, il capitolo 5 della Relazione riporta elementi di analisi critica, predisposti in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità (ISS).

Questa analisi è relativa agli aspetti di sicurezza alimentare, partendo dai risultati dei controlli ufficiali degli alimenti, dei mangimi, nonché dei controlli sulla salute e sul benessere animale, sulla salute delle piante, tenendo conto anche degli aspetti di qualità degli alimenti e dell'ambiente, dei controlli di Dogana e delle operazioni ad hoc svolte dai corpi di Polizia.

La Relazione Annuale al PNI è l'unico documento che riunisce, in un'unica sede e secondo una struttura omogenea, l'insieme delle attività di controllo svolte e dei risultati ottenuti. In tal modo, tutti gli attori del sistema dei controlli ufficiali possono facilmente accedere a informazioni e dati, anche relativi ad Amministrazioni diverse e ambiti di attività non strettamente attinenti al proprio.

Per gli aspetti di approfondimento si rimanda al sito del Ministero della Salute:

<http://www.salute.gov.it/pianoNazionaleIntegrato/homePianoNazionaleIntegrato.jsp> - Relazione Annuale al Piano Nazionale Integrato 2016 (13 luglio 2017)

Nella relazione annuale sono riportati anche i principali dati del sistema rapido di allerta per alimenti e mangimi RASFF, che rappresenta un altro importante strumento per orientare il controllo ufficiale sulla base dei rischi e consentire il mantenimento dei sistemi di sorveglianza, sia a livello regionale e sia per quanto riguarda il controllo messo in atto da parte degli Uffici periferici del Ministero della salute: uffici di ispezione frontaliera (PIF), uffici veterinari per gli adempimenti comunitari (UVAC) e uffici di sanità marittima, aerea e di frontiera (USMAF), anche mediante la raccolta dei dati e l'analisi dei trend statistici. Rimandando al sito del Ministero della salute (<http://www.salute.gov.it>) per ulteriori approfondimenti sul moderno sistema rapido di allerta RASFF, si ricorda qui che esso è formato da una rete di punti di contatto designati dalla Commissione europea, degli Stati Membri dell'UE e i dei Paesi dell'Area Economica Europea (EEA), cioè Norvegia, Liechtenstein, Islanda e Svizzera. La DG SANCO della Commissione Europea ha il ruolo di amministratore del sistema e l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) quello di supporto scientifico e tecnico. Ogni qualvolta uno Stato Membro (SM) viene a conoscenza di un serio rischio, diretto o indiretto, per la salute del consumatore, derivante da un alimento o mangime, informa immediatamente la Commissione Europea con una notifica tramite il sistema RASFF.

BIBLIOGRAFIA

1. Abalos M, Parera J, Rivera J, Abad E. PCDD/F and DL-PCB levels in meat from broilers and rabbits fed with fish-oil enriched feeds. *Chemosphere* 2010; 78: 175–184.
2. Abo Bakr TM, El-Iraqu, SM and Huissen MH. Nitrate and nitrite contents of some fresh and processed Egyptian vegetables. *Food Chem* 1986; 19, 265-275.
3. Agenzia Regionale di Sanità della Toscana. Dossier APICIUS - Interventi per il controllo e la sicurezza degli alimenti per la prevenzione delle tossinfezioni alimentari: prove di efficacia. Aprile 2006. Internet: <http://www.epicentro.iss.it/ebp/report%20alimenti%20apicius4.pdf>.
4. Allard DG. The 'farm to plate' approach to food safety—everyone's business. *Can J Infect Dis* 2002; 13:185–190.
5. Allerberger F, Wagner M. Listeriosis: a resurgent foodborne infection. *Clin Microbiol Infect* 2010; 16:16-23.
6. Angeletti R, Binato G, Guidotti M, Morelli S, Pastorelli AA, Sagratella E, Ciardullo S, Stacchini P. Cadmium bioaccumulation in Mediterranean spider crab (*Maya squinado*): Human consumption and health implications for exposure in Italian population. *Chemosphere* 2014; 100: 83–88.
7. Anta Fernandez M, Bravo Gonzalez JM, Fernandez Rozas S, Goffaux Gomex-Caro O, Garcia-Castrillo Riesgo L. Escombroyntoxicación por consumo de bonito. *Emergencias* 2001; 13: 132-135.
8. Arcella D, Le Donne C, Piccinelli R, Leclercq C. Dietary estimated intake of intense sweeteners by Italian teenagers. Present levels and projections derived from the INRAN-RM-2001 food survey. *Food Chem Toxicol* 2004; 42(4):677-85.
9. ASL Pavia. Tossinfezioni alimentari un fenomeno sottostimato. Internet: <http://www.asl.pavia.it/webasl/InfMedNews.nsf/FS%20Ricerca%20di%20Dominio?OpenFrameSet&Frame=Left&Src=%2Fwebasl%2FInfMedNews.nsf%2FrisRicDom%2F152c5587edde7b9ac12569d2003c2285%3FOpenDocument%26TableRow%3D1.2%26AutoFramed>
10. Bachert C, van Cauwenberge P. The WHO ARIA (allergic rhinitis and its impact on asthma) initiative. *Chem Immunol Allergy* 2003; 82: 119-126.
11. Bane V, Lehane M, Dikshit M, O'Riordan A, Furey A. Tetrodotoxin: chemistry, toxicity, source, distribution and detection. *Toxins (Basel)* 2014; 6(2): 693-755.
12. Bernard A, Broeckeaert F, De Poorter G, De Cock A, Hermans C, Saegerman C, Houins G.

- The Belgian PCB/Dioxin Incident: Analysis of the Food Chain Contamination and Health Risk Evaluation. *Environ Res* 2002; 88:1–18.
13. Bielaszewska M, Mellmann A, Zhang W, Köck R, Fruth A, Bauwens A, Peters G, Karch H. Characterisation of the *Escherichia coli* strain associated with an outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Germany, 2011: a microbiological study. *Lancet Infect Dis* 2011; 11 (9): 671-676.
 14. Bouwknegt M, van Pelt W, Havelaar AH. Scoping the impact of changes in population age-structure on the future burden of foodborne disease in the Netherlands, 2020-2060. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10 (7): 2888-2896.
 15. Boyce JA, Assa'ad A, Burks AW, Jones SM, Sampson HA, Wood RA, Plaut M, Cooper SF, Fenton MJ, Arshad SH, Bahna SL, Beck LA, Byrd-Bredbenner C, Camargo CA Jr, Eichenfield L, Furuta GT, Hanifin JM, Jones C, Kraft M, Levy BD, Lieberman P, Luccioli S, McCall KM, Schneider LC, Simon RA, Simons FE, Teach SJ, Yawn BP, Schwaninger JM. Guidelines for the diagnosis and management of food allergy in the United States: summary of the NIAID-sponsored expert panel report. *Nutr Res* 2011; 31: 61-75.
 16. Braden CR, Tauxe RV. Emerging trends in foodborne diseases. *Infect Dis Clin North Am* 2013; 27:517-533.
 17. Brambilla G, De Filippis SP, Iamiceli AL Iacovella N, Abate V, Aronica V, Di Marco V, di Domenico A. Bioaccumulation of dioxin-like substances and selected brominated flame retardant congeners in the fat and livers of black pigs farmed within the Nebrodi Regional Park of Sicily. *J Food Protect* 2011; 74: 261–269.
 18. Brera C, Debegnach F, De Santis B, Di Ianni S, Gregori E, Neuhold S, Valitutti F. Exposure assessment to mycotoxins in gluten-free diet for celiac patients. *Food Chem Toxicol* 2014 Jul; 69:13-7.
 19. Bruijnzeel-Koomen C, Ortolani C, Aas K, Bindlev-Jensen C, Bjorksten B, Moneret-Vautrin D, Wuthric B. Adverse Reactions to Food. European Academy of Allergology and Clinical Immunology Subcommittee. *Allergy* 1995; 50: 623-635.
 20. Bruning-Fann CS, Kaneene JB. The effects of nitrate nitrite and N-nitroso compounds on human health: a review. *Vet Hum Toxicol* 1993; 35: 521–538.
 21. Bryan NS, Alexander DD, Coughlin JR, Milkowski AL, Boffetta P. Ingested nitrate and nitrite and stomach cancer risk: an updated review. *Food Chem Toxicol.* 2012, 50 (10): 3646-65.
 22. Buchanan RL, Dennis S, Miliotis M. Initiating and managing risk assessments within a risk analysis framework: FDA/CFSAN'S practical approach. *J Food Prot* 2004;67(9): 2058-2062.
 23. Burdock GA. Fenaroli's handbook of flavor ingredients. 5th ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2005.
 24. Burks AW, Jones SM, Boyce JA, Sicherer SH, Wood RA, Assa'ad A, Sampson HA. NIAID-sponsored 2010 guidelines for managing food allergy: applications in the pediatric population. *Pediatrics* 2011; 128: 955-965.
 25. Caubet JC, Sampson HA. Beyond skin testing: state of the art and new horizons in food allergy diagnostic testing. *Immunol Allergy Clin North Am* 2012; 32: 97-109.
 26. Cerutti G. Sostanze tossiche di spezie, droghe e aromi naturali. In: Residui, Additivi e Con-

- taminanti degli Alimenti. Tecnica Alimentare. II edizione 2006, Milano: Tecniche Nuove.
27. Cescatti G, Feller E, Filosi L. Elementi di igiene e nutrizione e legislazione alimentare aggiornata alla normativa HACCP. 4ª edizione, Saturnia Editore, 2004.
 28. Chen BH, Chen YC. Formation of polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Smoke from Heated Model Lipids and Food Lipids. *J Agric Food Chem* 2001; 49: 5238-5243.
 29. CIAA. Recommendations for a Common Nutrition Labelling Scheme. Brussels (2006): Confederation of the Food and Drink Industries of the EU.
 30. Cimenci O, Vandevijvere S, Goscinny S, Van Den Bergh MA, Hanot V, Vinkx C, Bolle F, Van Loco J. Dietary exposure of the Belgian adult population to non-dioxin-like PCBs. *Food Chem Toxicol* 2013; 59: 670–679.
 31. Codex Alimentarius. Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed. Codex Standard 193-1995. Adopted 1995; Revision 1997, 2006, 2008, 2009. Amendment 2010, 2012, 2013.
 32. Codex Alimentarius. Codice Internazionale Raccomandato di Pratiche Generali e Principi di Igiene Alimentare. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003.
 33. Codex Alimentarius. Food hygiene – Basic texts. 2nd Edition. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission, 2001.<http://www.fao.org/docrep/005/y1579e/y1579e02.htm#bm2>
 34. Codex Alimentarius. General standard for the labelling of prepackaged foods. Codex Stan 1-1985 (Rev. 1-1991).
 35. Codex Alimentarius. List of Codex Committees: Active. Committees & Task Forces Updated on: 18-08-2016. Internet: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees/en/> (accesso luglio 2017).
 36. Codex Alimentarius. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management (MRM) Codex Alimentarius Committee; 2007. Report N°.: CAC/GL 63-2007.
 37. CoE, Council of Europe. Active principles (constituents of toxicological concern) contained in natural sources of flavourings (October 2005). 1st Report of the Committee of Experts on Flavouring Substances, Council of Europe 2006; 1-150.
 38. Commissione delle Comunità Europee, 2005. Decisione della Commissione 2005/389/CE del 18 maggio 2005, recante modifica della decisione 1999/217/CE per quanto riguarda il repertorio delle sostanze aromatizzanti utilizzate nei o sui prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 128/73-76.
 39. Commissione delle Comunità Europee, 2006a. Decisione della Commissione 2006/252/CE del 27 marzo 2006, recante modifica della decisione 1999/217/CE per quanto riguarda il repertorio delle sostanze aromatizzanti utilizzate nei o sui prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 91/48.
 40. Commissione delle Comunità Europee, 2006b. Direttiva 2006/141/CE della Commissione del 22 dicembre 2006 riguardante gli alimenti per lattanti e gli alimenti di proseguimento e recante abrogazione della
 41. Commissione delle Comunità Europee, 2008. Decisione della Commissione 2008/478/CE del 17 giugno 2008 recante modifica della decisione 1999/217/CE per quanto riguarda il repertorio delle sostanze aromatizzanti utilizzate nei o sui prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 163/42.

42. Commissione delle Comunità Europee. Decisione della Commissione Europea del 28 Aprile 2008 recante modifica della decisione 2002/253/CE che stabilisce la definizione dei casi ai fini della dichiarazione delle malattie trasmissibili alla rete di sorveglianza comunitaria istituita ai sensi della decisione 2119/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 159/46-90.
43. Commissione delle Comunità Europee. Regolamento (CE) N. 2023/2006 della Commissione del 22 dicembre 2006 sulle buone pratiche di fabbricazione dei materiali e degli oggetti destinati a venire a contatto con prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale L 384/75.
44. Commissione delle Comunità Europee. Regolamento (CE) N. 889/2008 della Commissione del 5 settembre 2008 recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 834/2007 del Consiglio relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici, per quanto riguarda la produzione biologica, l'etichettatura e i controlli. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 250/1-84.
45. Commissione Europea, 2002. Regolamento (CE) No 563/2002 2 April 2002 che modifica il Regolamento (CE) No 466/2001 e stabilisce i livelli massimi per alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. Gazzetta Ufficiale Comunità Europea L86:5-6.
46. Commissione Europea, 2004. Regolamento (CE) No. 655/2004 del 7 aprile 2004 Regolamento (CE) N. 655/2004 della Commissione del 7 aprile 2004 che modifica il regolamento (CE) n. 466/2001 per quanto riguarda il nitrato in alimenti destinati ai lattanti e ai bambini. Gazzetta Ufficiale Comunità Europea L104:48-49.
47. Commissione Europea, 2008a. Direttiva 2008/60/CE della Commissione del 17 giugno 2008 che stabilisce i requisiti di purezza specifici per gli edulcoranti per uso alimentare. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 158/17, 17-40.
48. Commissione Europea, 2008b. Direttiva 2008/128/CE della Commissione del 22 dicembre 2008 che stabilisce i requisiti di purezza specifici per le sostanze coloranti per uso alimentare. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 6/20, 20-63.
49. Commissione Europea, 2008c. Direttiva 2008/84/CE della Commissione del 27 agosto 2008 che stabilisce i requisiti di purezza specifici per gli additivi alimentari diversi dai coloranti e dagli edulcoranti. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 253/1, 1-175.
50. Commissione Europea, 2008d. Regolamento (CE) no. 1333/ 2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo agli additivi alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 354/16, 16-33.
51. Commissione Europea, 2011a. Regolamento (UE) N. 1129/2011 della Commissione dell'11 novembre 2011 che modifica l'allegato II del regolamento (CE) n. 1333/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio istituendo un elenco dell'Unione di additivi alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 295/1.
52. Commissione Europea, 2011b. Regolamento (UE) N. 1130/2011 della Commissione dell'11 novembre 2011 che modifica l'allegato III del regolamento (CE) n. 1333/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo agli additivi alimentari istituendo un elenco dell'Unione degli additivi alimentari autorizzati negli additivi alimentari, negli enzimi alimentari, negli aromi alimentari e nei nutrienti. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 295/178.
53. Commissione Europea, 2012. Regolamento di Esecuzione (UE) N. 872/2012 della Com-

- missione del 1 o ottobre 2012 che adotta l'elenco di sostanze aromatizzanti di cui al regolamento (CE) n. 2232/96 del Parlamento europeo e del Consiglio, lo inserisce nell'allegato I del regolamento (CE) n. 1334/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio e abroga il regolamento (CE) n. 1565/2000 della Commissione e la decisione 1999/217/CE della Commissione. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 267/1-161.
54. Commissione Europea, 2013. Regolamento di esecuzione (UE) N. 1321/2013 della Commissione del 10 dicembre 2013 che istituisce un elenco dell'Unione di prodotti primari aromatizzanti di affumicatura autorizzati all'utilizzo come tali nei o sui prodotti alimentari e/o per la produzione di aromatizzanti di affumicatura derivati. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 333/54-66.
 55. Commissione Europea. Raccomandazione della Commissione dell'8 novembre 2013 sulle analisi dei tenori di acrilammide negli alimenti. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 301/15-17.
 56. Commissione Europea. Regolamento (CE) n. 149/2008a della Commissione del 29 gennaio 2008 che modifica il regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio e definisce gli allegati II, III e IV, che fissano i livelli massimi di residui per i prodotti compresi nell'allegato I del suddetto regolamento. Gazzetta ufficiale L 58/1-566.
 57. Commissione Europea. Regolamento (CE) N. 1881/2006 del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, L 364/5 del 20/12/2006.
 58. Commissione Europea. Regolamento (CE) N. 1881/2006 del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, L 364/5 del 20/12/2006.
 59. Commissione Europea. Regolamento (CE) n. 260/2008b della Commissione del 18 marzo 2008 che modifica il regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio definendo l'allegato VII che elenca le combinazioni di sostanza attiva/prodotto oggetto di deroga per quanto riguarda il trattamento successivo alla raccolta con un fumigante. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 76/31-32.
 60. Commissione Europea. Regolamento (CE) n. 892/2010a della Commissione del dell'8 ottobre 2010 concernente lo status di alcuni prodotti in relazione agli additivi per mangimi cui si applica il regolamento (CE) n. 1831/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 266/6-9.
 61. Commissione Europea. Regolamento (UE) N. 10/2011b della Commissione del 14 gennaio 2011 riguardante i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 12/1-89.
 62. Commissione Europea. Regolamento (Ue) N. 1183/2012 della Commissione del 30 novembre 2012 che modifica e corregge il regolamento (UE) n. 10/2011 riguardante i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 338/11-15.
 63. Commissione Europea. Regolamento (UE) N. 1282/2011a della Commissione del 28 novembre 2011 che modifica e corregge il regolamento (UE) n. 10/2011 della Commissione riguardante i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 328/22-29.

64. Commissione Europea. Regolamento (Ue) n. 15/2011 della Commissione del 10 gennaio 2011b che modifica il regolamento (CE) n. 2074/2005 per quanto riguarda i metodi di analisi riconosciuti per la rilevazione delle biotossine marine nei molluschi bivalvi vivi. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 6/3-6.
65. Commissione Europea. Regolamento (Ue) N. 202/2014 della Commissione del 3 marzo 2014 che modifica il regolamento (UE) n. 10/2011 riguardante i materiali e gli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 62/13-15.
66. Commissione Europea. Regolamento (UE) N. 284/2011c della Commissione del 22 marzo 2011 che stabilisce condizioni particolari e procedure dettagliate per l'importazione di utensili per cucina in plastica a base di poliammide e di melammina originari della Repubblica popolare cinese e della regione amministrativa speciale di Hong Kong, Cina, o da esse provenienti. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 77/25-29.
67. Commissione Europea. Regolamento (UE) n. 37/2010b della Commissione del 22 dicembre 2009 concernente le sostanze farmacologicamente attive e la loro classificazione per quanto riguarda i limiti massimi di residui negli alimenti di origine animale. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 15/1
68. Commissione Europea. Regolamento (UE) n. 835/2011 del 19 agosto 2011a che modifica il regolamento (CE) n. 1881/2006 per quanto riguarda i tenori massimi di idrocarburi policiclici aromatici nei prodotti alimentari, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, L 215/4 del 20/08/2011.
69. Commissione Europea. Regolamento di esecuzione (UE) N. 321/2011d della Commissione del 1 aprile 2011 che modifica il regolamento (UE) n. 10/2011 per quanto riguarda le restrizioni d'uso del bisfenolo A nei biberon di plastica. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 87/1.
70. Consiglio delle Comunità Europee. Direttiva del Consiglio n. 642 del 27 novembre 1990 che fissa le percentuali massime di residui di antiparassitari su e in alcuni prodotti di origine vegetale, compresi gli ortofrutticoli. Gazzetta Ufficiale dell'Unione L 350/71.
71. Consiglio delle Comunità Europee. Direttiva del Consiglio n. 79/117 del 21 dicembre 1978 relativa al divieto di immettere in commercio e impiegare prodotti fitosanitari contenenti determinate sostanze attive. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee L 33/36-40.
72. Consiglio delle Comunità Europee. Direttiva del Consiglio n. 91/414 del 15 luglio 1991 relativa all'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari. Gazzetta ufficiale L230/1-298.
73. Corr`e WJ e Breimer T. Nitrate and nitrite in vegetables, Pudoc, Wageningen, 1979; p 85.
74. Cramer GM, Ford RA, Hall RL. Estimation of toxic hazard – a decision tree approach. Food Cosmet Toxicol 1978; 16 (3): 255-276.
75. Cubadda F, Aureli F, D'Amato M, Raggi A, Mantovani A. Conference on Nanomaterials in the food sector: new approaches for safety assessment. Rome, Istituto Superiore di Sanità. September 27, 2013. Proceedings. Rapporti ISTISAN 13/48.
76. Cubadda F, Aureli F, D'Amato M, Raggi A, Mantovani A. Conference. Nanomaterials in the food sector: new approaches for safety assessment. Roma, Istituto Superiore di Sanità, 27/09/2013. Proceedings. Rapporti ISTISAN 13/48.
77. Cubadda F, Aureli F, D'Amato M, Raggi A, Turco AC, Mantovani A. Speciated urinary

- arsenic as a biomarker of dietary exposure to inorganic arsenic in residents living in high-arsenic areas in Latium, Italy. *Pure Appl Chem* 2012; 84(2): 203-14.
78. Cubadda F, Ciardullo S, D'Amato M, Raggi A, Aureli F, Carcea M. Arsenic contamination of the environment-food chain: a survey on wheat as a test plant to investigate phytoavailable arsenic in Italian agricultural soils and as a source of inorganic arsenic in the diet. *J Agric Food Chem* 2010; 58: 10176-83.
 79. Czarniecka-Skubina E, Golaszewska B and Wachowicz I. Effect of culinary process on beet roots quality. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology* 2003; Volume 6, Available at URL: <http://www.eipau.media.pl>
 80. D. Lgs. 16 febbraio 1993, n. 77. Attuazione della direttiva 90/496/CEE del Consiglio del 24 settembre 1990 relativa all'etichettatura nutrizionale dei prodotti alimentari (GU n.69 del 24 marzo 1993).
 81. D. Lgs. 27 gennaio 1992, n. 109. Attuazione delle direttive n. 89/395/CEE e n. 89/396/CEE concernenti l'etichettatura, la presentazione e la pubblicità dei prodotti alimentari. (GU 39 del 17 febbraio 1992).
 82. D.Lgs. 26 maggio 1997, n. 155, G.U. n. 136 del 13 giugno 1997. Attuazione delle direttive 93/43/CEE e 96/3/CE concernenti l'igiene dei prodotti alimentari. Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", Serie generale.
 83. D.Lgs. 6 novembre 2007, n. 193, G.U. n. 261 del 9 novembre 2007. Attuazione della direttiva 2004/41/CE relativa ai controlli in materia di sicurezza alimentare e applicazione dei regolamenti comunitari nel medesimo settore. Suppl. Ordinario n. 228.
 84. D'Addezio L, Capriotti M, Pettinelli A, Turrini A. L'indagine nazionale sui consumi alimentari in Italia INRAN-SCAI 2005-06. Parte C: I risultati dei questionari sulle abitudini alimentari. Osservatorio Consumi Alimentari, INRAN. Roma, 2011.
 85. D'Amato M, Turrini A, Aureli F, Moracci G, Raggi Andrea, Chiaravalle E, Mangiacotti M, Cenci T, Orletti R, Candela L, Di Sandro A and Cubadda F. Dietary exposure to trace elements and radionuclides: the methodology of the Italian Total Diet Study 2012-2014. *Ann Ist Super Sanità* 2013; 49(3): 272-80.
 86. De Felip G. Recenti sviluppi di igiene e microbiologia degli alimenti. Milano: Tecniche Nuove; 2001.
 87. De Medici D, Orefice L, Picotto P. La gestione del rischio microbiologico. In: De Felip G, editor. Recenti sviluppi di igiene e microbiologia degli alimenti: Tecniche Nuove; 2001. p. 169-184.
 88. De Re V, Magris R, Cannizzaro R. New Insights into the Pathogenesis of Celiac Disease. *Front Med (Lausanne)* 2017; 4: 137.
 89. de Silva D, Geromi M, Halken S, Host A, Panesar SS, Muraro A, Werfel T, Hoffmann-Sommergruber K, Roberts G, Cardona V, Dubois AE, Poulsen LK, Van Ree R, Vlieg-Boerstra B, Agache I, Grimshaw K, O'Mahony L, Venter C, Arshad SH, Sheikh A; EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines Group. Primary prevention of food allergy in children and adults: systematic review. *Allergy* 2014; 69: 581-589.
 90. Decisione della Commissione n. 654 del 24 luglio 2008 che stabilisce orientamenti per aiutare gli Stati membri a elaborare la relazione annuale sul piano di controllo nazionale pluriennale integrato unico previsto dal regolamento (CE) n. 882/2004 del Parlamento

- europeo e del Consiglio
91. Decreto Legislativo 6 novembre 2007, n. 193. Attuazione della direttiva 2004/41/CE relativa ai controlli in materia di sicurezza alimentare e applicazione dei regolamenti comunitari nel medesimo settore. Gazzetta ufficiale n.261 del 9-11-2007 - Suppl. Ordinario n. 228.
 92. Dejonckheere W, Steurbaut W, Drieghe S, Verstraeten R and Braeckman H. Nitrate in food commodities of vegetable origin and the total diet in Belgium 1992-1993. *Microbiologie-Aliments-Nutrition* 1994; 12: 359-370.
 93. DG SANCO, Direzione Generale per la Salute e i Consumatori, 2010. Food contact materials database. Application version 3.1. Internet: https://webgate.ec.europa.eu/sanco_foods/main/?event=display##. European Commission: Bruxelles. =FAD&auth=SANCAS. (accesso 13 aprile 2015).
 94. DG SANCO, Direzione Generale Salute e Sicurezza Alimentare della Commissione Europea, 2015. Database on Food Additives. Internet: https://webgate.ec.europa.eu/sanco_foods/main/?sector
 95. Direttiva 2000/13/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 marzo 2000, relativa al ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'etichettatura e la presentazione dei prodotti alimentari, nonché la relativa pubblicità (GU L 109 del 06 maggio 2000).
 96. Direttiva 2008/100/CE della Commissione del 28 ottobre 2008 che modifica la direttiva 90/496/CEE del Consiglio relativa all'etichettatura nutrizionale dei prodotti alimentari per quanto riguarda le razioni giornaliere raccomandate, i coefficienti di conversione per il calcolo del valore energetico e le definizioni (GU L 285 del 29 ottobre 2008).
 97. Direttiva 79/112/CEE del Consiglio, del 18 dicembre 1978, relativa al ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri concernenti l'etichettatura e la presentazione dei prodotti alimentari destinati al consumatore finale, nonché la relativa pubblicità (GU 033 del 08 febbraio 1979).
 98. Direttiva 89/395/CEE del Consiglio del 14 giugno 1989 che modifica la direttiva 79/112/CEE relativa al ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri concernenti l'etichettatura e la presentazione dei prodotti alimentari destinati al consumatore finale, nonché la relativa pubblicità (GU 186 del 30 giugno 1989).
 99. Direttiva 89/396/CEE del Consiglio, del 14 giugno 1989, relativa alle diciture o marche che consentono di identificare la partita alla quale appartiene una derrata alimentare (GU L 186 del 30 giugno 1989).
 100. Direttiva 90/496/CEE del Consiglio, del 24 settembre 1990, relativa all'etichettatura nutrizionale dei prodotti alimentari (GU L 276 del 06 ottobre 1990).
 101. Direttiva 93/43/CEE, del Consiglio del 14 giugno 1993 sull'igiene dei prodotti alimentari.
 102. Direzione Generale Sanità. Unità Organizzativa Prevenzione della Regione Lombardia. Erroi A, Larghi M, Messina AM, Salamana M, Sculati O, editors. Linee Guida della Regione Lombardia per la ristorazione scolastica. Milano, 2002, p. 17-18. <http://www.sanita.regione.lombardia.it>
 103. Domingo JL, Bocio A. Levels of PCDD/PCDFs and PCBs in edible marine species and human intake: A literature review. *Environ Int* 2007; 33: 397-405.
 104. Domingo JL, Perelló G, Nadal M, Schuhmacher M. Dietary intake of polychlorinated

- dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) by a population living in the vicinity of a hazardous waste incinerator. Assessment of the temporal trend. *Environ Int* 2012; 50: 22–30.
105. Dongo Dario. L'etichetta. E-book pubblicato da Il Fatto Alimentare. Internet: <http://www.ilfattoalimentare.it/ebook-letichetta-di-dario-dongo>.
 106. Drenthen J1, Yuki N, Meulstee J, Maathuis EM, van Doorn PA, Visser GH, Blok JH, Jacobs BC. Guillain-Barré syndrome subtypes related to *Campylobacter* infection. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2011; 82 (3): 300-305.
 107. Duffy G, Burgess CM, Bolton DJ. A review of factors that affect transmission and survival of verocytotoxigenic *Escherichia coli* in the European farm to fork beef chain. *Meat Sci* 2014. 97(3):375-383.
 108. Dupont C. Food allergy: recent advances in pathophysiology and diagnosis. *Ann Nutr Metab* 2011; 59 (Suppl 1): 8-18.
 109. ECDC, European Centre for Disease Prevention and Control. Annual Epidemiological Report 2012.
 110. EFSA ANS Panel, European Food Safety Authority Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food, 2017a. Mortensen A, Aguilar F, Crebelli R, Di Domenico A, Dusemund B, Frutos MJ, Galtier P, Gott D, Gundert-Remy U, Lambre C, Leblanc J-C, Lindtner O, Moldeus P, Mosesso P, Oskarsson A, Parent-Massin D, Stankovic I, Waalkens -Berendsen I, Wouterse n RA, Wright M, van den Brandt P, Fortes C, Merino L, Toldra F, Arcella D, Christodoulidou A, Cortinas Abrahantes J, Barrucci F, Garcia A, Pizzo F, Battacchi D and Youne s M. Scientific Opinio n on the re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives. *EFSA Journal* 2017;15(6):4786, 157 pp.
 111. EFSA ANS Panel, European Food Safety Authority Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food, 2017b. Mortensen A, Aguilar F, Crebelli R, Di Domenico A, Dusemund B, Frutos MJ, Galtier P, Gott D, Gundert-Remy U, Lambre C, Leblanc J-C, Lindtner O, Moldeus P, Mosesso P, Oskarsson A, Parent-Massin D, Stankovic I, Waalkens -Berendsen I, Woutersen RA, Wright M, van den Brandt P, Fortes C, Merino L, Toldra F, Arcella D, Christodoulidou A, Barrucci F, Gar cia A, Pizzo F, Battacchi D and Younes M. Scientific Opinion on the re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives. *EFSA Journal* 2017;15(6):4787, 123 pp.
 112. EFSA BIOHAZ, European Food Safety Authority, Panel on Biological Hazards. Scientific Opinion on Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA Journal* 2011b;9(10):2393.
 113. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain on a requested from the Commission related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. *EFSA Journal* 2005b; 284:1.
 114. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain related to the safety assessment of wild and farmed fish. *EFSA Journal* 2005c; 236:1–118.
 115. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain on a request

- from the European commission on polycyclic aromatic hydrocarbons in food. Parma: European Food Safety Authority, 2008. The EFSA Journal 2008; 724: 1-114.
116. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific opinion on arsenic in food. Parma: European Food Safety Authority, 2009. EFSA Journal 2009a; 7:1351 [199 pp.].
117. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion on Cadmium in food Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. Parma: European Food Safety Authority, 2009. The EFSA Journal 2009b; 980: 1-139.
118. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal 2010a; 8:1570. [147 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1570.
119. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific report of EFSA - Results of the monitoring of dioxin levels in food and feed. EFSA Journal 2010b; 8:1385.
120. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific report of EFSA - Results of the monitoring of non dioxin-like PCBs in food and feed. Parma: European Food Safety Authority, 2010b. EFSA Journal 2010c; 8:1701.
121. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. Parma: European Food Safety Authority, 2012. EFSA Journal 2012a; 10: 2985.
122. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific report of EFSA — Update of the monitoring of levels of dioxins and PCBs in food and feed. Parma: European Food Safety Authority, 2012b. EFSA Journal 2012; 10:2832.
123. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. Parma: European Food Safety Authority, 2014a. EFSA Journal 2014; 12: 3597.
124. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain), 2016b. Scientific opinion on the risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. EFSA Journal 2016;14(5): 4426, 159 pp.
125. EFSA CONTAM Panel, European Food Safety Authority, Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion on tolerable weekly intake for cadmium. Parma: European Food Safety Authority, 2011. EFSA Journal 2011a; 9:1975.
126. EFSA NDA Panel, European Food Safety Authority Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Nickel. The EFSA Journal 2005a; 146: 1-21.
127. EFSA NDA Panel. Scientific Opinion on the evaluation of allergenic foods and food ingredients for labelling purposes. EFSA Journal 2014, Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/>

- consultations/call/140523.pdf
128. EFSA, Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare. Available at: <http://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/nutrition.htm>.
 129. EFSA, European Food European Authority, 2013. Chemicals in food. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/faqs/faqchemicalsinfood> (ultimo accesso settembre 2017).
 130. EFSA, European Food European Authority. Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to Exposure Assessments. Request No EFSA-Q-2003-107, adopted on 22 June 2005. The EFSA Journal 2005; 249, 1-26.
 131. EFSA, European Food Safety Authority and ECDC, European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. EFSA Journal 2014; 12 (2): 1-312.
 132. EFSA, European Food Safety Authority, 2006. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from the Commission related to 2,2-BIS(4-HYDROXYPHENYL)PROPANE (Bisphenol A). The EFSA Journal 2006; 428: 1-75.
 133. EFSA, European Food Safety Authority, 2007. Reasoned opinion on the potential chronic and acute risk to consumers' health arising from proposed temporary EU MRLs, 15 March 2007.
 134. EFSA, European Food Safety Authority, 2008. Toxicokinetics of Bisphenol A. Scientific Opinion of the Panel on Food additives, Flavourings, Processing aids and Materials in Contact with Food (AFC). The EFSA Journal 2008; 759: 1-10.
 135. EFSA, European Food Safety Authority, 2010. Scientific Opinion on Bisphenol A: evaluation of a study investigating its neurodevelopmental toxicity, review of recent scientific literature on its toxicity and advice on the Danish risk assessment of Bisphenol A. EFSA Journal 2010; 8(9):1829
 136. EFSA, European Food Safety Authority, 2011. Statement on the ANSES reports on bisphenol A1. Scientific Opinion of EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavourings and Processing Aids (CEF). EFSA Journal 2011; 9(12): 2475.
 137. EFSA, European Food Safety Authority, 2013a. Scientific Opinion on the identification of pesticides to be included in cumulative assessment groups on the basis of their toxicological profile. EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR). EFSA Journal 2013;11(7):3293.
 138. EFSA, European Food Safety Authority, 2013b. Scientific Opinion on the relevance of dissimilar mode of action and its appropriate application for cumulative risk assessment of pesticides residues in food. EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR). EFSA Journal 2013;11(12):3472
 139. EFSA, European Food Safety Authority, 2014. Food Additives. Available: <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/additives.htm>. (ultimo accesso settembre 2017).
 140. EFSA, European Food Safety Authority, 2014a. Pesticidi. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/pesticides.htm>. Ultimo aggiornamento: 23 ottobre 2014.
 141. EFSA, European Food Safety Authority, 2014b. The 2011 European Union Report on Pesticide Residues in Food. EFSA Journal 2014; 12(5): 3694, 511 pp.

142. EFSA, European Food Safety Authority, 2014c. Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products. *EFSA Journal* 2014; 12(10): 3874.
143. EFSA, European Food Safety Authority, 2014d. Report for 2012 on the results from the monitoring of veterinary medicinal product residues and other substances in live animals and animal products. EFSA supporting publication 2014:EN-540. 65 pp.
144. EFSA, European Food Safety Authority, 2014e. In Temi: Materiali a contatto con i prodotti alimentari. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/foodcontactmaterials.htm> Ultimo aggiornamento: 20 ottobre 2014.
145. EFSA, European Food Safety Authority, 2014f. In Temi: Bisphenol A. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/bisphenol.htm>. Ultimo aggiornamento: 27 ottobre 2014.
146. EFSA, European Food Safety Authority, 2016. Report for 2014 on the results from the monitoring of veterinary medicinal product residues and other substances in live animals and animal products. EFSA Supporting publication 2016:EN-923. 70 pp.
147. EFSA, European Food Safety Authority, 2017a. The 2015 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal* 2017;15(4):4791, 134 pp.
148. EFSA, European Food Safety Authority, 2017b. Public consultation on draft Bisphenol A (BPA) hazard assessment protocol. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/consultations/call/170630>. Data di pubblicazione: 30 giugno 2017.
149. EFSA, European Food Safety Authority, Working Group on Developing Harmonised Schemes for Monitoring Antimicrobial Resistance in Zoonotic Agents. *Clin Microbiol Infect* 2008; 14 (6): 522-533.
150. EFSA, European Food Safety Authority. Acrilammide negli alimenti: la consultazione pubblica “contribuirà a perfezionare il parere dell’EFSA” 2014b. <http://www.efsa.europa.eu/it/press/news/141211.htm>
151. EFSA, European Food Safety Authority. Chemicals in Food 2016: Overview of selected data collection. EFSA Corporate Publication 2016a. ISBN number: 978-92-9199-888-3. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/corporate/pub/corporatepubchemfood16>. Ultimo aggiornamento: 08 settembre 2017.
152. EFSA, European Food Safety Authority. Compendium of botanicals reported to contain naturally occurring substances of possible concern for human health when used in food and food supplements. *EFSA Journal* 2012b; 10(5):2663.
153. EFSA, European Food Safety Authority. Comunicato stampa 8 gennaio 2010: L’EFSA completa le prime valutazioni di sicurezza degli aromatizzanti di affumicatura. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/press/news/cef100108>. (ultimo accesso settembre 2017).
154. EFSA, European Food Safety Authority. Nitrate in vegetables. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *The EFSA Journal* 2008b; 689, 1-79.
155. EFSA, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) related to Coumarin. *The EFSA Journal* 2004a; 104, 1-36
156. EFSA, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on hydrocyanic acid in flavourings and other food ingredients with flavouring properties Question number

- EFSA-Q-2003-145. The EFSA Journal 2004b; 105, 1-28.
157. EFSA, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in contact with Foods on a request from the Commission on Pulegone and Menthofuran in flavourings and other food ingredients with flavouring properties. The EFSA Journal 2005; 298, 1-32.
158. EFSA, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) on the re-evaluation of Quinoline Yellow (E104) as a food additive EFSA Journal 2009d; 7(11):1329.
159. EFSA, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) on the re-evaluation of caramel colours (E 150a,b,c,d) as food additives. EFSA Journal 2011b; 9(3):2004, 103 pp.
160. EFSA, European Food Safety Authority. Overview of the procedures currently used at EFSA for the assessment of dietary exposure to different chemical substances. EFSA Journal 2011a; 9(12): 2490.
161. EFSA, European Food Safety Authority. Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Scientific Opinion on the safety of caffeine. EFSA Journal 2015; 13(5):4102, 120 pp.
162. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Committee. Scientific Opinion on Guidance on the risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain. EFSA Journal 2011c; 9(5):2140-76.
163. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC). Risk assessment of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in contact with Food (AFC) on the Smoke Flavouring Primary Product – FF-B (Question number EFSA-Q-2005-260) at its 22nd meeting the Panel concluded the risk assessment and agreed the final text on 7 June 2007 by written procedure. European Food Safety Authority, 2007.
164. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC) on a request from the Commission on the results of the study by McCann et al. (2007) on the effect of some colours and sodium benzoate on children's behaviour. The EFSA Journal 2008a; 660: 1-54.
165. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in contact with Food (AFC) on a request from the Commission on Camphor in flavourings and other food ingredients with flavouring properties. The EFSA Journal 2008c; 729, 1-15.
166. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on a request from the Commission on Flavouring Group Evaluation 36, (FGE.36) Two triterpene glycosides from the priority list. The EFSA Journal 2008d; 740, 1-19.
167. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from the European Commission on Coumarin in flavourings and other food ingredients with flavouring properties. The EFSA Journal 2008e; 793, 1-15.

168. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) on the reevaluation of Ponceau 4R (E 124) as a food additive on request from the European Commission. EFSA Journal 2009a; 7(11):1328.
169. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) on the reevaluation Tartrazine (E 102) on request from the European Commission. EFSA Journal 2009b; 7(11):1331.
170. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) on the re-evaluation of Sunset Yellow FCF (E 110) as a food additive on request from the European Commission. EFSA Journal 2009c; 7(11):1330.
171. EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on a request from the European Commission on the Potential Risks Arising from Nanoscience and Nanotechnologies on Food and Feed Safety. The EFSA Journal 2009e; 958, 1-39.
172. EFSA, European Food Safety Authority. Statement of EFSA. Refined exposure assessment for caramel colours (E 150a, c, d). EFSA Journal 2012a; 10(12): 3030.
173. EFSA, European Food Safety Authority. Temi: Acrilammide. Internet: <http://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/acrylamide.htm>, 2014c. Ultimo aggiornamento: 11 dicembre 2014.
174. EFSA, European Food Safety Authority. The European Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Foodborne Outbreaks in 2011. EFSA Journal 2013; 11(4): 3129.
175. EFSA, European Food Safety Authority. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. EFSA Journal 2014; 12 (2): 3547.
176. EFSA, European Food Safety Authority. Update of the monitoring of dioxins and PCBs levels in food and feed. EFSA Journal 2012c; 10(7):2832.
177. EFSA, NDA Panel, European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Dietetic products, Nutrition and Allergies on a request from European Commission on the review of labelling reference intake values for selected nutritional elements. The EFSA Journal 2009; 1008, 1-14.
178. EFSA. European Food Safety Authority. Annual report of the Emerging Risks Exchange Network 2015. EFSA supporting publication 2016: EN-1067. 36 pp
179. EFSA. European Food Safety Authority. La scienza a tutela dei consumatori, dal campo alla tavola, 2012. www.efsa.europa.eu/it/search/doc/efsacorporatebrochure_it.pdf
180. EFSA. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the Safety of smoke flavour Primary Product Zesti Smoke Code 10 - 2011 Update. EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavourings and Processing Aids (CEF). EFSA Journal 2011d; 9(7):2307
181. EFSA. European Food Safety Authority. Scientific opinion on the safety of smoke flavour Primary Product Fumokomp1- 2011 Update EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavourings and Processing Aids (CEF). EFSA Journal 2011e; 9(7):2308.
182. EMEA, European Medicines Agency. Community Herbal Monograph on *Foeniculum vulgare* Miller Subsp. *Vulgare* var. *Vulgare*, Fructus. Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC) 2007. EMEA/HMPC/137428/2006 Corr. Available from: <http://www.ema.europa.eu/pdfs/human/hmpc/foeniculi_amari_fructus/13742806enfin.pdf>

183. Epicentro, Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute, 2014. EFSA: consultazione pubblica sul Bisfenolo A. In Alimentazione e Salute, a cura di Alberto Mantovani - Dipartimento di Sanità pubblica veterinaria e sicurezza alimentare, ISS. Internet: <http://www.epicentro.iss.it/temi/alimentazione/EfsaBisfenoloA2014.asp>. Ultimo aggiornamento: 4 giugno 2014.
184. Esposito M, Serpe FP, Neugebauer F. Cavallo S, Gallo P, Colarusso G, Baldi L, Iovane G, Serpe L. Contamination levels and congener distribution of PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs in buffalo's milk from Caserta province (Italy). *Chemosphere* 2010; 79: 341–348.
185. EUFIC, European Food Information Council. Food allergens. Rassegne EUFIC 10/2013. Internet: <http://www.eufic.org/en/healthy-living/article/food-allergens> (ultimo accesso luglio 2017).
186. European Commission, 1998. Development of methodologies for the monitoring of food additive intake across the European Union, Task 4.2 - Final Report Submitted by the Task Coordinator 16 January 1998. Volume European Commission, Brussels, Belgium, pp. 1-45 Annex AJ.
187. European Commission. Food contaminants – Introduction. DG Health and Food Safety. Last Update: 13 March 2015. Internet: http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/index_en.htm.
188. European Commission. Food contaminants. January 2008. Directorate-General for Health and Consumer Protection European Commission – B-1049 Brussels. Internet: http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/index_en.htm.
189. FAO, Food Agriculture Organization, 2014. Chemical Risks and JECFA. Internet: <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/en/> (ultimo accesso settembre 2017).
190. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of Maximum Residue Levels in food and feed. Pesticide Residues. 2nd Ed. FAO Plant Production and Protection Paper 197, 2009.
191. FAO. World Food Summit Plan of Action, paragraph 1. In: Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action; World Food Summit, 13-17 November 1996, Rome, Italy. Rome, FAO. 43 p.
192. FAO/WHO, Food Agriculture Organization and World Health Organization. Evaluation of certain food additives. WHO Technical Report Series 913. Fifty-ninth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Geneva (Switzerland): WHO, 2002.
193. FAO/WHO, Food Agriculture Organization and World Health Organization. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). Food Additives Series No 50. Geneva (Switzerland): WHO, 2003a. Available from: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm>
194. FAO/WHO, Food Agriculture Organization and World Health Organization. Nitrate and nitrite: intake assessment. Prepared by the Fifty-ninth meeting of the Joint FAO/WHO. Safety Evaluation of Certain Food Additives, WHO Food Additives Series: 50. World Health Organization, Geneva, 2003b.
195. FAO/WHO. Principles and guidelines for incorporating microbiological risk assessment

- in the development of food safety standards, guidelines, and related texts. Report of a Joint FAO/WHO Consultation, 2002. <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/en/march2002.pdf>
196. Fattore E, Fanelli R, Turrini A, di Domenico A. Current dietary exposure to polychlorodibenzo-p-dioxins, polychlorodibenzofurans, and dioxin-like polychlorobiphenyls in Italy. *Mol Nutr Food Res* 2006; 50: 915–921.
197. FDA, U.S. Food and Drug Administration, 2016 Ingredients, Packaging & Labeling. Internet: <http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/default.htm>, Last Updated: 12/21/2016
198. Ferrari P, Iacono G. Manuale giuridico-tecnico per la ristorazione collettiva. Maggioli editore, Rimini, 1996.
199. Finamore A, Roselli M, Britti MS, Merendino N, Mengheri E. *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Bifidobacterium animalis* MB5 induce intestinal but not systemic antigen-specific hypo-responsiveness in ovalbumin immunized rats. *J Nutr* 2012; 142: 375–381.
200. Fiocchi A, Assa'ad A, Bahna S; Adverse Reactions to Foods Committee; American College of Allergy, Asthma and Immunology. Food allergy and the introduction of solid foods to infants: a consensus document. Adverse Reactions to Foods Committee, ACAAI. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2006; 97:10–20.
201. Fiocchi A, Brozek J, Schunemann H, Bahna SL, von Berg A, Beyer K, Bozzola M, Bradsher J, Compalati E, Ebisawa M, Guzman MA, Li H, Heine RG, Keith P, Lack G, Landi M, Martelli A, Rance F, Sampson H, Stein A, Terracciano L, Vieths S, World Allergy Organization Special Committee on Food A. World Allergy Organization (WAO). Diagnosis and Rationale for Action against Cow's Milk Allergy (DRACMA) Guidelines. *Pediatr Allergy Immunol* 2010; 21 (Suppl 21): 1–125.
202. Fiocchi A, Pawankar R, Cuello-Garcia C, Ahn K, Al-Hammadi S, Agarwal A, Beyer K, Burks W, Canonica GW, Ebisawa M, Gandhi S, Kamenwa R, Lee BW, Li H, Prescott S, Riva JJ, Rosenwasser L, Sampson H, Spigler M, Terracciano L, Vereda-Ortiz A, Wasserman S, Yepes-Nuñez JJ, Brożek JL, Schünemann HJ. World Allergy Organization-McMaster University Guidelines for Allergic Disease Prevention (GLAD-P): Probiotics. *World Allergy Organ J* 2015; 27: 8
203. Firestone D, Flick DF, Ress J, Higginbotham GR. Distribution of chick edema factors in chick tissues. *J Assoc Off Anal Chem* 1971; 54: 1293–1298.
204. Food Standards Agency. Available at: <http://www.food.gov.uk/scotland/scotnut/signposting>
205. FSA, Food Standards Agency Australia New Zealand, 2015. Additives. Internet: <http://www.foodstandards.gov.au/consumer/additives/Pages/default.aspx>. (ultimo accesso settembre 2017).
206. FSAI, Food Safety Authority of Ireland. Guidance on Flavours, 2012. Published by: Food Safety Authority of Ireland, Dublin: 2012. ISBN 1-904465-88-9.
207. Gadermaier G, Hauser M, Egger M, Ferrara R, Briza P, Souza Santos K, Zennaro D, Girbl T, Zuidmeer-Jongejan L, Mari A, Ferreira F. sensitization prevalence, antibody cross-reactivity and immunogenic peptide profile of Api g 2, the Non-specific lipid transfer protein 1 of celery. *PLoS One* 2011; 6, e24150.

208. Gandhi M, Chikindas ML. *Listeria*: a foodborne pathogen that knows how to survive. *Int J Food Microbiol* 2007; 113:1–15.
209. Giacometti F, Bonilauri P, Serraino A, Peli A, Amatiste S, Arrigoni N, Bianchi M, Bilei S, Cascone G, Comin D, Daminelli P, Decastelli L, Fustini M, Mion R, Petruzzelli A, Rosmini R, Rugna G, Tamba M, Tonucci F, Bolzoni G. Four-year monitoring of foodborne pathogens in raw milk sold by vending machines in Italy. *J Food Prot* 2013; 76 (11): 1902-7.
210. Grunert KG e Wills JM. A review of European research on consumer response to nutrition information on food labels. *J Public Health* 2007; 15: 385–399.
211. Grunert KG, Wills JM e Fernandez-Celemin L. Nutrition knowledge, and use and understanding of nutrition information on food labels among consumers in the UK. *Appetite* 2010; 55: 177–189.
212. Guberti E. Feeding health: problems, opportunities, goals. *Ann Ig* 2014; 26: 121-130. http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1225&area=sicurezzaAlimentare&menu=igiene
213. Havelaar AH, Brul S, de Jong A, de Jonge R, Zwietering MH, Ter Kuile BH. Future challenges to microbial food safety. *Int J Food Microbiol* 2010; 139 (1): S79-94.
214. Havelaar AH, Haagsma JA, Mangen MJ, Kemmeren JM, Verhoef LP, Vijgen SM, Wilson M, Friesema IH, Kortbeek LM, van Duynhoven YT, van Pelt W. Disease burden of foodborne pathogens in the Netherlands, 2009. *Int J Food Microbiol* 2012; 156 (3): 231-238.
215. Hazebrouck S, Ah-Leung S, Bidat E, Paty E, Drumare MF, Tilleul S, Adel-Patient K, Wal JM, Bernard H. Goat's milk allergy without cow's milk allergy: suppression of non-cross-reactive epitopes on caprine β -casein. *Clin Exp Allergy* 2014; 44: 602-10.
216. Hites RA, Foran JA, Carpenter DO, Hamilton MC, Knuth BA, Schwager SJ. Global assessment of organic contaminants in farmed salmon. *Science* 2004; 303: 226–229.
217. Hollinger K, Wray C, Evans S, Pascoe S, Chappell Y, Jones Y. *Salmonella* Typhimurium DT104 in cattle in Great Britain. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 213: 1732-1733.
218. Hoogenboom R, Bovee T, Portier L, Bor G, van der Weg G, Onstenk C, Traag W. The German bakery waste incident; use of a combined approach of screening and confirmation for dioxins in feed and food. *Talanta* 2004; 63:1249–1253.
219. Hoogenboom R, Zeilmaker M, van Eijkeren J, Kan K, Mengelers M, Luykx D, Traag W. Kaolinic clay derived PCDD/Fs in the feed chain from a sorting process for potatoes. *Chemosphere* 2010; 78: 99–105.
220. Huvaere K, Vandevijvere S, Hasni M, Vinkx C, van Loco J. Dietary intake of artificial sweeteners by the Belgian population. *Food Addit Contams* 2012; 29(1):54-65.
221. Huwe JK, Smith DJ. Laboratory and On-Farm Studies on the Bioaccumulation and Elimination of Dioxins from a Contaminated Mineral Supplement Fed To Dairy Cows. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 2362–2370.
222. IARC, International Agency for Research on Cancer. A review of human carcinogens. Part C: Arsenic, metals, fibres, and dusts. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans; v. 100C. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2009.
223. IARC, International Agency for Research on Cancer. Inorganic and Organic Lead Compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Human, 2006; 87, 519.

224. IARC, International Agency for Research on Cancer. Ochratoxin A. Iarc Monographs On the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans / World Health Organization, International Agency For Research On Cancer 1993a;56:489-521.
225. IARC, International Agency for Research on Cancer. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons. Part 1. Chemical, Environmental and experimental data. Working group on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, 32. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 1983.
226. IARC, International Agency for Research on Cancer. Some Chemicals Present in Industrial and Consumer Products, Food and Drinking-water. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2012; Volume 101.
227. IARC, International Agency for Research on Cancer. Some Drugs and Herbal Products. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2015; Volume 108.
228. IARC, International Agency for Research on Cancer. Summaries & Evaluations: Safrole, Isosafrole, And Dihydrosafrole. IARC 1976; 10: 231.
229. IARC, International Agency for Research on Cancer. Summaries & Evaluations: Safrole, Isosafrole, And Dihydrosafrole. IARC 1987; 10 (7).
230. IARC, International Agency for Research on Cancer. Toxins derived from *Fusarium moniliforme*: fumonisins B1 and B2 and fusarin C. Iarc Monographs On the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans / World Health Organization, International Agency For Research On Cancer 1993b;56:445-66.
231. Institute of Grocery Distribution. Best Practice Guidance on the Presentation of Guidelines Daily Amounts. 2006 Available at: <http://www.igd.com/>.
232. Isaacs S, Aramini J, Ciebin B, Farrar JA, Ahmed R, Middleton D, Chandran AU, Harris LJ, Howes M, Chan E, Pichette AS, Campbell K, Gupta A, Lior LY, Pearce M, Clark C, Rodgers F, Jamieson F, Brophy I, Ellis A. Salmonella Enteritidis PT30 Outbreak Investigation Working Group. An international outbreak of salmonellosis associated with raw almonds contaminated with a rare phage type of *Salmonella enteritidis*. *J Food Prot* 2005; 68(1): 191-198.
233. ISS, Istituto Superiore di Sanità. Smart Drugs. Seconda Edizione, Dipartimento del Farmaco - Osservatorio Fumo Alcol e Droga. Roma: Istituto Superiore di Sanità, 2010.
234. ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica. Annuario Statistico Italiano 2013. Istituto nazionale di statistica Via Cesare Balbo, 16 Roma. ISBN 978-88-458-1769-4 (stampa) ISBN 978-88-458-1770-0 (elettronico). Internet: http://www.istat.it/it/files/2013/12/ASI_2013.pdf.
235. Istituto Superiore di Sanità. Epicentro: il portale dell'epidemiologia per la sanità pubblica a cura del Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute. Tossinfezioni alimentari. Internet: <http://www.epicentro.iss.it/problemi/tossinfezioni/tossinfezioni.asp> (ultimo accesso agosto 2017).
236. Jamieson DJ, Theiler RN, Rasmussen SA Emerging infections and pregnancy. *Emerg Infect Dis* 2006;12:1638-1643
237. Janvier S, Goscinny S, Le Donne C e Van Loco J. Low calorie sweeteners in food and food supplements on the Italian market. *Food Addit Contam: Part B* 201; 8(4): 298-308.
238. Jarvinen KM. Food-induced anaphylaxis. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2011; 11: 255-261.

239. Keeton JT. History of nitrite and nitrate in food. In S. Bryan, & J. Loscalzo (Eds), Nitrite and nitrate in human health disease (69-84). New York 2011, USA: Springer Science+business Media, LLC.
240. Koch J, Schrauder A, Alpers K, Werber D, Frank C, Prager R. Salmonella agona outbreak from contaminated aniseed, Germany. *Emerg Infect Dis* 2005; 11:1124–1127.
241. Laroche M, Magras C. Gastrointestinal campylobacteriosis in industrialised countries: comparison of the disease situation with salmonellosis, and microbiological contamination assessment. *Rev Sci Tech* 2013; 32 (3): 685-99, 701-714
242. Le Donne C, Mistura L, Goscinny S, Janvier S, Cuypers K, D'Addezio L, Sette S, Catasta G, Ferrari M, Piccinelli R, Van Loco J and Turrini A. Assessment of dietary intake of 10 intense sweeteners by the Italian population. *Food Chem Toxicology* 2017; 102: 186-197.
243. Leclercq C, Arcella D, Piccinelli R, Sette S, Le Donne C, and Turrini A. on behalf of the INRAN-SCAI 2005–06 Study Group. The Italian National Food Consumption Survey INRAN-SCAI 2005–06: main results in terms of food consumption. *Publ Health Nutr* 2009; 12: 2504-2532.
244. Leclercq C, Berardi D, Sorbillo MR, Lambe J. Intake of saccharin, aspartame, acesulfame K and cyclamate in Italian teenagers: present levels and projections. *Food Addit Contam* 1999; 16:99–109.
245. Legge 30 aprile 1962, n. 283, Disciplina igienica della produzione e la vendita delle sostanze alimentari e delle bevande, G.U. n.139 del 4 giugno 1962.
246. Lejeune JT, Rajala-Schultz PJ. Food safety: unpasteurized milk: a continued public health threat. *J Clin Infect Dis* 2009; 48 (1): 93-100.
247. Liacouras CA, Furuta GT, Hirano I, Atkins D, Attwood SE, Bonis PA, Burks AW, Chehade M, Collins MH, Dellon ES, Dohil R, Falk GW, Gonsalves N, Gupta SK, Katzka DA, Lucendo AJ, Markowitz JE, Noel RJ, Odze RD, Putnam PE, Richter JE, Romero Y, Ruchelli E, Sampson HA, Schoepfer A, Shaheen NJ, Sicherer SH, Spechler S, Spergel JM, Straumann A, Wershil BK, Rothenberg ME and Aceves SS. Eosinophilic esophagitis: updated consensus recommendations for children and adults. *J Allergy Clin Immunol* 2011; 128: 3-20.
248. Libro Verde “Promuovere le diete sane e l’attività fisica, una dimensione europea nella prevenzione di sovrappeso, obesità e malattie croniche”. Commissione delle Comunità Europee Bruxelles, COM (2005).
249. Lieberman JA, Sicherer SH. The diagnosis of food allergy. *Am J Rhinol Allergy* 2010; 24: 439- 443.
250. Lijinsky W, Ross AE. Production of Carcinogenic Polynuclear Hydrocarbons in the Cooking of Food. *Food Cosmet Toxicol* 1967; 5: 343-347.
251. Lowik MRH. Possible use of food consumption surveys to estimate exposure to additives. *Food Addit Contam* 1996; 13:(4) 427-42.
252. Lucarini M1, D'Evoli L, Tufi S, Gabrielli P, Paoletti S, Di Ferdinando S, Lombardi-Boccia G. Influence of growing system on nitrate accumulation in two varieties of lettuce and red radicchio of Treviso. *J Sci Food Agric*; 2012; 92(14): 2796-9.
253. Lynch MF, Tauxe RV, Hedberg CW. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. *Epidemiol Infect* 2009; 137: 307–315.

254. Macchia D, Capretti S, Cecchi L, Colombo G, Di Lorenzo G, Fassio F, Latella F, Manfredi M, Marcomini L, Manetti R, Melioli G, Minale P, Nucera E, Peveri S, Lodi Rizzini F, Rossi RE, Savi E, Schiavino D, Zuliani G. Position statement: diagnostica in vivo ed in vitro nell'adulto delle allergie alimentari IgE mediate. *It J Allergy Clin Immunol* 2011; 21: 57-72.
255. Martorell A, Alonso E, Echeverría L, Escudero C, García-Rodríguez R, Blasco C, Bone J et al. Expert panel selected from members of the Spanish Societies of Pediatric Allergology, Asthma and Clinical Immunology (SEICAP) and Allergology and Clinical Immunology (SEAIC). Oral immunotherapy for food allergy: A Spanish guideline. Egg and milk immunotherapy Spanish guide (ITEMS GUIDE). Part 2: Maintenance phase of cow milk (CM) and egg oral immunotherapy (OIT), special treatment dosing schedules. Models of dosing schedules of OIT with CM and EGG. *Allergol Immunopathol (Madr)* 2017; 45(5):508-518.
256. Maki DG. Coming to grips with foodborne infection — peanut butter, peppers, and nationwide Salmonella out- breaks. *N Engl J Med* 2009; 360:10.
257. Malisch R, Dilara P. PCDD/Fs and PCBs in butter samples from new European Union member states and a candidate country: Analytical quality control, results and certain PCB-specific aspects. *Chemosphere* 2007; 67: S79–S89.
258. Malisch R. Increase of the PCDD/F-contamination of milk, butter and meat samples by use of contaminated citrus pulp. *Chemosphere* 2000; 40: 352–355.
259. Mantovani A, Proietti I, 2011. Sicurezza alimentare e degli utensili in cucina. In materiale divulgativo progetto Previene, Istituto Superiore di Sanità: Sicurezza dei materiali a contatto con i prodotti alimentari. Internet: <http://www.iss.it/prvn/index.php?lang=1&id=275&tipo=2>. Pubblicato nel 2011, aggiornato nel 2013.
260. Manzi P, Mattera M, Di Costanzo MG, Nicoli S. Aggiornamento di dati compositivi del settore lattiero-caseario 2013. ISBN: 978-88-96597-06-4, Casa Editrice CRA –EX INRAN. Internet:http://sito.entecra.it/portale/cra_manuali_dettaglio.php?id_manuale=10197&lingua=IT.
261. Marasas WF. Fumonisin: their implications for human and animal health. *Natural Toxins* 1995; 3(4): 193-8; discussion 221.
262. Maynard DN, Baker AV, Minotti PL and Peck NH, Nitrate accumulation in vegetables. *Adv Agron* 1976; 28:71–118.
263. McBride DI, Keil T, Grabenhenrich L, Dubakiene R, Drasutiene G, Fiocchi A, Dahdah L, Sprickelman AB, Schoemaker AA, Roberts G, Grimshaw K, Kowalski ML, Stanczyk-Przyluska A, Sigurdardottir S, Clausen M, Papadopoulos NG, Mitsias D, Rosenfeld L, Reche M, Pascual C, Reich A, Hourihane J, Wahn U, Mills EN, Mackie A, Beyer K. The EuroPreval birth cohort study on food allergy: baseline characteristics of 12,000 newborns and their families from nine European countries. *Pediatr Allergy Immunol* 2012; 23: 230-239.
264. McCann D, Barrett A, Cooper C, Crumpler D, Dalen L, Grimshaw K, Kitchin E, Lok K, Porteous L, Prince E, Sonuga-Barke E, O'Warner J, Stevenson J. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *The Lancet* 2007; 370 (9598): 1560-1567.
265. Melioli G, Bonifazi F, Bonini S, Maggi E, Mussap M, Passalacqua G, Rossi ER, Vacca A, Canonica GW, Italian Board for ISAC (IBI). The ImmunoCAP ISAC molecular allergology approach in adult multi-sensitized Italian patients with respiratory symptoms. *Clin*

- Biochem 2011; 44: 1005-1011.
266. Melis M. Aromi e aromatizzanti. In: Additivi e tossici negli alimenti. Editore: libreriauniversitaria.it. Data di pubblicazione: Febbraio 2012b. ISBN: 9788862922241.
267. Melis M. Classificazione degli additivi alimentari. In: Additivi e tossici negli alimenti. Editore: libreriauniversitaria.it. Data di pubblicazione: Febbraio 2012a. ISBN: 9788862922241.
268. Mercanoglu TB and Halkman AK. Do leafy green vegetables and their ready-to-eat [RTE] salads carry a risk of foodborne pathogens? *Anaerobe* 2011; 17 (6): 286-287.
269. Mills EN, Mackie AR, Burney P, Beyer K, Frewer L, Madsen C, Botjes E, Crevel RW, van Ree R. The prevalence, cost and basis of food allergy across Europe. *Allergy* 2007; 62 (7):717-22.
270. Ministero della Salute 2008a. In temi: Materiali a contatto con alimenti. Internet: http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1173&area=sicurezzaAlimentare&menu=chimica. Data di pubblicazione: ottobre 2008, ultimo aggiornamento novembre 2014.
271. Ministero della Salute 2008b. In temi: Relazioni RASFF. Internet: http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1148&area=sicurezzaAlimentare&menu=sistema. Data di pubblicazione: ottobre 2008, ultimo aggiornamento ottobre 2014.
272. Ministero della Salute 2013a. Piano Nazionale Residui, Relazione finale anno 2012. Relazione sui risultati dei controlli ufficiali svolti in attuazione del piano nazionale residui anno 2012 (ai sensi del decreto legislativo del 16 marzo 2006, n. 158). Dipartimento della sanità pubblica veterinaria, della sicurezza alimentare e degli organi collegiali per la tutela della salute, Direzione generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione Ufficio III. Roma: 2013.
273. Ministero della Salute 2013b. Relazione sul Sistema di allerta comunitario – anno 2013. Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione. Relazioni RASFF: http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2109_allegato.pdf.
274. Ministero della Salute 2014a. Controllo ufficiale sui residui di prodotti fitosanitari negli alimenti risultati in Italia per l'anno 2012. Dipartimento della Sanità Pubblica Veterinaria, della Sicurezza Alimentare e degli Organi Collegiali per la Tutela della Salute, Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione. Internet: http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2239_allegato.pdf
275. Ministero della Salute 2014b. Residui di farmaci veterinari e sostanze proibite negli alimenti di origine animale. Direzione generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione. Internet: http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1168&area=sicurezzaAlimentare&menu=chimica
276. Ministero della Salute, 2012. Additivi: descrizione, adempimenti, classificazione. A cura di: Direzione generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione. Data di pubblicazione: 9 maggio 2012, ultimo aggiornamento 6 settembre 2013; disponibile in: http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1170&area=sicurezzaAlimentare&menu=chimica.
277. Ministero della Salute, Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione. Relazione sul Sistema di allerta comunitario anno 2013. Internet: http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2109_allegato.pdf
278. Ministero della Salute. Decreto Ministeriale 17 luglio 2013. Informazioni obbligatorie a

- tutela del consumatore di pesce e cefalopodi freschi e di prodotti di acqua dolce, in attuazione dell'articolo 8, comma 4, del decreto-legge 13 settembre 2012 n. 158, convertito, con modificazioni, dalla legge 8 novembre 2012, n. 189. (13A06757). GU Serie Generale n.187 del 10-8-2013.
279. Ministero della Salute. Epatite A nei frutti di bosco, il gruppo di lavoro e la situazione all'11 novembre 2013. Data di pubblicazione: 9 luglio 2013, ultimo aggiornamento 11 novembre 2013. Internet: http://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_1_1_1.jsp?lingua=italiano&menu=menu_principale&p=dalministero&id=1176.
280. Ministero della Salute. L'allerta rapido (RASFF). Data di pubblicazione: 10 ottobre 2008. Internet: http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1146&area=sicurezzaAlimentare&menu=sistema.
281. Ministero della Sanità. Circolare 9 giugno 1999, n. 10. Direttive in materia di controllo ufficiale sui prodotti alimentari: valori massimi ammissibili di micotossine nelle derrate alimentari di origine nazionale, comunitaria e Paesi terzi. Gazz. Uff. n. 135 dell'11 giugno 1999.
282. Ministero della Sanità. Decreto 15 dicembre 1990. Sistema informativo delle malattie infettive e diffusive. G.U. Serie Generale, n. 6 del 08 gennaio 1991.
283. Ministero della Sanità. Decreto Ministeriale del 23/12/1992 recepimento della direttiva n. 90/642/CEE relativa ai limiti massimi di residui di sostanze attive dei presidi sanitari tollerate su ed in prodotti. Gazzetta Ufficiale Italiana n° 305 del 30/12/1992.
284. Ministro della Sanità. Decreto Ministeriale del 21/03/1973 Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili, destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari o con sostanze d'uso personale. Gazzetta ufficiale Suppl. Ordin. n° 104 del 20/04/1973.
285. Mottier P, Parisod V, Turesky R. Quantitative Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Barbecued Meat Sausages by Gas Chromatography Coupled to Mass Spectrometry. *J Agric Food Chem* 2000; 48: 1160-1166.
286. Munday R, Reeve J. Risk assessment of shellfish toxins. *Toxins (Basel)*. 2013 Nov 11; 5(11): 2109-37.
287. Muraro A, Halken S, Arshad SH, Beyer K, Dubois AE, Du Toit G, Eigenmann PA, Grimshaw KE, Hoest A, Lack G, O'Mahony L, Papadopoulos NG, Panesar S, Prescott S, Roberts G, de Silva D, Venter C, Verhasselt V, Akdis AC, Sheikh A, EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines Group. EAACI food allergy and anaphylaxis guidelines. Primary prevention of food allergy. *Allergy* 2014; 69: 590-601.
288. National Institute for Health and Clinical Excellence. Food allergy in children and young people. Diagnosis and assessment of food allergy in children and young people in primary care and community settings. National Institute for Health and Clinical Excellence, NICE clinical guideline 2011; 116.
289. Nermes M, Salminen S, Isolauri E. Is there a role for probiotics in the prevention or treatment of food allergy? *Curr Allergy Asthma Rep* 2013; 13: 622-630.
290. NORMA UNI EN ISO 10854, Linea guida per la progettazione e realizzazione di un sistema di autocontrollo basato sul metodo HACCP, UNI, Milano, 1999.
291. Nwaru BI, Hickstein L, Panesar SS, Roberts G, Muraro A, Sheikh A, EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines Group. Prevalence of common food allergies in Europe: a

- systematic review and meta-analysis. *Allergy* 2014; 69: 992-1007.
292. Nyachuba DG. Foodborne illness: is it on the rise? *Nutr Rev* 2010; 8 (5): 257-269.
293. Orefice L, De Medici D. La valutazione del rischio in microbiologia alimentare. In: De Felip G, editor. *Recenti sviluppi di igiene e microbiologia degli alimenti*: Tecniche Nuove; 2001. p. 143-167.
294. Ortolani C, Pastorello EA. Food allergies and food intolerances. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2006; 20: 467-483.
295. Ortolani C. Allergie e Intolleranze alimentari. Internet: <http://allergologico.it/blog-allergie/>. Ultimo aggiornamento: ottobre 2017.
296. Osborn DA, Sinn JK. Prebiotics in infants for prevention of allergy. *Cochrane Database Syst Rev* In: The Cochrane library, JohnWiley & Sons, 2013; 3: CD006474.
297. Parlamento Europeo e Consiglio, 2003. Regolamento (CE) N. 2065/2003 del Parlamento Europeo e Del Consiglio del 10 novembre 2003 relativo agli aromatizzanti di affumicatura utilizzati o destinati ad essere utilizzati nei o sui prodotti alimentari. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L 309/1-8.
298. Parlamento Europeo e Consiglio, 2011. Regolamento (Ue) N. 1169/2011 del Parlamento Europeo e Del Consiglio del 25 ottobre 2011 relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori, che modifica i regolamenti (CE) n. 1924/2006 e (CE) n. 1925/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio e abroga la direttiva 87/250/CEE della Commissione, la direttiva 90/496/CEE del Consiglio, la direttiva 1999/10/CE della Commissione, la direttiva 2000/13/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, le direttive 2002/67/CE e 2008/5/CE della Commissione e il regolamento (CE) n. 608/2004 della Commissione. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L 304/18, 18-63.
299. Parlamento Europeo e Consiglio. Direttiva 2003/89/CE Parlamento Europeo e del Consiglio del 10 novembre 2003 che modifica la direttiva 2000/13/CE per quanto riguarda l'indicazione degli ingredienti contenuti nei prodotti alimentari. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, 25.11.2003, L 308/15-18.
300. Parlamento Europeo e Consiglio. Direttiva 2004b/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 31 marzo 2004 che modifica la direttiva 2001/82/CE recante un codice comunitario relativo ai medicinali veterinari. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L 136/58-84.
301. Parlamento Europeo e Consiglio. Regolamento (CE) n. 178/2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 28 gennaio 2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare. *Gazzetta ufficiale delle Comunità europee* L 31/1-24.
302. Parlamento Europeo e Consiglio. Regolamento (CE) n. 1831/2003 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 settembre 2003 sugli additivi destinati all'alimentazione animale. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L 268/29-43.
303. Parlamento Europeo e Consiglio. Regolamento (CE) n. 1935/2004a del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 ottobre 2004 riguardante i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari e che abroga le direttive 80/590/CEE e 89/109/CEE. *Gazzetta ufficiale* L 338/4.
304. Parlamento Europeo e Consiglio. Regolamento (CE) N. 470/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6 maggio 2009 che stabilisce procedure comunitarie per la determi-

- nazione di limiti di residui di sostanze farmacologicamente attive negli alimenti di origine animale, abroga il regolamento (CEE) n. 2377/90 del Consiglio e modifica la direttiva 2001/82/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (CE) n. 726/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 152/11-22.
305. Parlamento Europeo e Consiglio. Regolamento (UE) N. 852/2004d del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 sull'igiene dei prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 139/1.
306. Parlamento Europeo e Consiglio. Regolamento (UE) N. 882/2004c del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 191/1-61.
307. Parlamento Europeo e del Consiglio. Direttiva 2003/99/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 novembre 2003 sulle misure di sorveglianza delle zoonosi e degli agenti zoonotici, recante modifica della decisione 90/424/CEE del Consiglio e che abroga la direttiva 92/117/CEE del Consiglio. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 325/31-40.
308. Parlamento Europeo, 1996. Regolamento (CE) n. 2232/96 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 28 ottobre 1996 che stabilisce una procedura comunitaria per le sostanze aromatizzanti utilizzate o destinate ad essere utilizzate nei o sui prodotti alimentari. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee N. L 299 / 1-4.
309. Parlamento Europeo, 2000. Direttiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 20 marzo 2000, relativa al ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'etichettatura e la presentazione dei prodotti alimentari, nonché la relativa pubblicità. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee L 109/29-42.
310. Parlamento Europeo, 2008a. Regolamento (CE) N. 1334/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo agli aromi e ad alcuni ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti destinati a essere utilizzati negli e sugli alimenti e che modifica il regolamento (CEE) n. 1601/91 del Consiglio, i regolamenti (CE) n. 2232/96 e (CE) n. 110/2008 e la direttiva 2000/13/CE. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 354/34.
311. Parlamento Europeo, 2008b. Regolamento (CE) n. 1331/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 che istituisce una procedura uniforme di autorizzazione per gli additivi, gli enzimi e gli aromi alimentari. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 354/1-6.
312. Parlamento Europeo. Regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 Ottobre 2009 relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE. Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea L 309/1-49.
313. Parlamento Europeo. Regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 febbraio 2005 concernente i livelli massimi di residui di antiparassitari nei o sui prodotti alimentari e mangimi di origine vegetale e animale e che modifica la direttiva 91/414/CEE del Consiglio. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 70/1-16.
314. Parolari G, Benedini R, Toscani T. Color formation in nitrite-free dried hams as related to Zn-protoporphyrin IX and Zn-chelatase activity. *J Food Sci* 2009; 74(6), C413-8.
315. Pastorelli AA, Baldini M, Stacchini P, Baldini G, Morelli S, Sagratella E, Zaza S, Ciardullo

- S. Human exposure to lead, cadmium and mercury through fish and seafood product consumption in Italy: a pilot evaluation. *Food Add & Contam: Part A* 2012; 29(12): 1913–1921
316. Pastorello EA, Farioli L, Pravettoni V, Ortolani C, Fortunato D, Giuffrida MG, Perono Garoffo L, Calamari AM, Brenna O, Conti A. Identification of grape and wine allergens as an endochitinase 4, a lipid-transfer protein, and a thaumatin. *J Allergy Clin Immunol* 2003; 111: 350-359.
317. Penard-Morand C, Raheison C, Kopferschmitt C, Caillaud D, Lavaud F, Charpin D, Bousquet J, Annesi-Maesano I. Prevalence of food allergy and its relationship to asthma and allergic rhinitis in schoolchildren. *Allergy* 2005; 60: 1165-1171.
318. Pinstrup-Andersen P. Food security: definition and measurement. *Food Sec* 2009; 1:5-7.
319. Plestina R. Nephrotoxicity of ochratoxin A. *Food Additives and Contaminants* 1996; 13 Suppl: 49-50.
320. Potter M, Walker MM, Talley NJ. Non-coeliac gluten or wheat sensitivity: emerging disease or misdiagnosis? *Med J Aust* 2017; 207: 211-215.
321. Posteraro B, Sanguinetti M, Romano L, Torelli R, Novarese L, Fadda G. Molecular tools for differentiating probiotic and clinical strains of *Saccharomyces cerevisiae*. *Int J Food Microbiol* 2005; 103 (3): 295-304.
322. Presidente della Repubblica, 2001. Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31 “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”. *Gazzetta Ufficiale* n. 52 del 3 marzo 2001 - Supplemento Ordinario n. 41.
323. Presidente della Repubblica. Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230 attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti, 2009/71/Euratom in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari e 2011/70/Euratom in materia di gestione sicura del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi derivanti da attività civili. *Gazzetta Ufficiale* n.136 del 13-6-1995 - Suppl. Ordinario n. 74 .
324. Presidente della Repubblica. Decreto Legislativo n.108 del 25 gennaio 1992. Attuazione della direttiva n. 89/109/CEE concernente i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. *Gazzetta Ufficiale* L 39- Supplemento Ordinario n. 31.
325. Presidente delle Repubblica. D.P.R. 23 agosto 1982, n. 777. Attuazione della direttiva (CEE) n. 76/893 relativa ai materiali e agli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. (I) (II) (GU n. 298 del 28 ottobre 1982).
326. Presidente delle Repubblica. Decreto Legislativo 25 gennaio 1992, n.108 attuazione della direttiva n. 89/109/CEE concernente i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. GU n. 39 del 17-02-1992 - Supplemento Ordinario n. 31.
327. Preussmann and Stewart. N-nitroso carcinogen. *Chemical carcinogens*, edited by C.E. searle. ACS Monograph 182 Washington, DC: American Chemical Society, 1984, vol. 2, 643-828.
328. Raffo A, Nicoli S, Leclercq C. Quantification of estragole in fennel herbal teas: Implications on the assessment of dietary exposure to estragole. *Food Chem Toxicol* 2011; 49: 370–375.
329. Rappe C., Bergek S, Fiedler H. Cooper KR. PCDD and PCDF contamination in catfish feed from Arkansas, USA. *Chemosphere* 1998; 36: 2705–2720.
330. Rapporto 2011. Internet: <http://www.regione.piemonte.it/sanita/cms2/alimenti/sorve>

- gianza-delle-malattie-trasmesse-da-alimenti
331. Regione Emilia-Romagna, Assessorato Politiche per la Salute. Epidemiologia delle Malattie Trasmesse da Alimenti in Emilia-Romagna. Aggiornamento al 2011. Internet: http://www.saluter.it/documentazione/rapporti/MTA_aprile2013.pdf.
 332. Regione Lombardia, Servizio Prevenzione Sanitaria-Direzione Generale della Regione Lombardia. Obiettivi della prevenzione alla luce della normativa e della valutazione del rischio. In: Carreri V, Albertini A, Silvestri MG, al. e, editors. Linee Guida per la ristorazione scolastica della Regione Lombardia. Milano: Angemservizi s.r.l.; 2002, p. 1-73.
 333. Regione Piemonte, Direzione Regionale Sanità Settore Prevenzione e Veterinaria. Sistema Integrato di Sorveglianza dei Focolai Epidemici di Malattie Trasmesse da Alimenti della Regione Piemonte.
 334. Regione Toscana, Centro di Riferimento Regionale sulle Tossinfezioni Alimentari – CeRR-TA. 10 anni di sorveglianza delle malattie trasmesse da alimenti. Report CeRR-TA 2012. Internet: <http://www.usl3.toscana.it/Sezione.jsp?idSezione=714>
 335. Regolamento (CE) n. 178/2002, del Parlamento europeo e del Consiglio del 28 gennaio 2002.
 336. Regolamento (CE) n. 178/2002, del Parlamento europeo e del Consiglio del 28 gennaio 2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee L 31/1-24.
 337. Regolamento (CE) n. 852/2004, del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004.
 338. Regolamento (CE) n.882/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 165/1-141.
 339. Regolamento (UE) 1169/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2011 relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori (GU L 304/18 del 22 novembre 2011).
 340. Regolamento (UE) 1924/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 dicembre 2006 relativo alle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari (GU L 404/9 del 30 dicembre 2006).
 341. Reporting on 2010 surveillance data and 2011 epidemic intelligence data. Stockholm: ECDC; 2013.
 342. Ricciardi L, Arena A, Arena E, Zambito M, Ingrassia A, Valenti G, Loschiavo G, D'Angelo A, Saitta S. Systemic nickel allergy syndrome: epidemiological data from four Italian allergy units. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2014; 7(1): 131-6.
 343. Robertson LJ, Sprong H, Ortega YR, van der Giessen JW, Fayer R. Impacts of globalisation on foodborne parasites. *Trends Parasitol* 2014; 30(1): 37-52.
 344. Rossi M, Cubadda F, Dini L, Terranova ML, Aureli F, Sorbo A, Passeri D. Scientific basis of nanotechnology, implications for the food sector and future trends. *Trends in Food Science & Technology* 2014; 40(2):127-148.
 345. Roszczenko A, Rogalska J, Potapczuk L and Kleczynska A. Influence of thermal processing and storage on the content of nitrates and nitrites in chosen vegetables from the Podlasie

- province. *Przegl Lek* 2001; 58: 30-34.
346. Sagratella E, Pastorelli AA, Stacchini P, Baldini M, Morelli S, Zaza S. Livelli di nitrato negli alimenti vegetali: il caso dei prodotti orticoli italiani. *La Rivista di Scienza dell'Alimentazione*, numero 2, aprile - giugno 2011, anno 40.
347. Santamaria P, Elia A, Gonnella M, Parente A and Serio F. Ways of reducing rocket salad nitrate content. *Acta Hort* 2001; 548:529–537.
348. Santamaria P. Contributo degli ortaggi all'assunzione giornaliera di nitrato, nitrito e nitrosammine. *Industrie Alimentari* 1997; 36:1329–1334.
349. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci Food Agric* 2006; 86:10–17.
350. Santos RL. Pathobiology of Salmonella, Intestinal Microbiota, and the Host Innate Immune Response. *Front Immunol* 2014; 5:252.
351. SCF, Scientific Committee on Food. Assessment of dietary intake of nitrates by the population in the European Union, as a consequence of the consumption of vegetables, in Reports on tasks for scientific cooperation: report of experts participating in Task 3.2.3, Brussels: European Commission, 1997.
352. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on Estragole (1-Allyl-4-Methoxybenzene). SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/6 ADD2 FINAL. Bruxelles: European Commission, 2001a.
353. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on Methyleugenol (4-Allyl-1,2-dimethoxybenzene). SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/4 ADD1 FINAL. Bruxelles: European Commission, 2001b.
354. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on Capsaicin. SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/8 ADD1. Bruxelles: European Commission, 2002a.
355. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the presence of Hypericin and extracts of Hypericum sp. In flavourings and other food ingredients with flavouring properties. SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/5 ADD1 Final. Bruxelles: European Commission, 2002b.
356. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the presence of beta-asarone in flavourings and other food ingredients with flavouring properties. SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/9 ADD1 Final Bruxelles: European Commission, 2002c.
357. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on Quassin. SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/29 Final. Bruxelles: European Commission, 2002d.
358. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the safety of the presence of Safrole (1-allyl-3,4-methylene dioxy benzene) in flavourings and other food ingredients with flavouring properties. SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/6 ADD3 Final. Bruxelles: European Commission, 2002e.
359. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on Glycyrrhizinic Acid and its Ammonium Salt. SCF/CS/ADD/EDUL/225 Final. Bruxelles: European Commission, 2003a.
360. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on Teucrin A, major component of hydroalcoholic extracts of *Teucrium chamaedrys* (wild germander). SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/18 Final. Bruxelles: European Commission, 2003b.

361. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on Thujone. SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/23 ADD2 Final. Bruxelles: European Commission, 2003c.
362. SCF, Scientific Committee on Food. Opinion on Coumarin, expressed on 22/9/99. SCF/CS/ADD/FLAV/61final. Luxembourg: Office of Official Publications of the EC, 1999.
363. SCF, Scientific Committee On Food. Report on adverse reactions to foods and food ingredients. European Commission 1995. Reports of the Scientific Committee for Food (37th series), http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/reports/scf_reports_37.pdf.
364. SCF, Scientific Committee on Food. Scientific Committee on Food, Opinion on Coumarin (a constituent of natural flavouring source material limited by annex II of flavouring directive 88/388/EEC) expressed on 16 December 1994. Reports of the Scientific Committee for Food, Thirty-sixth series. Luxembourg: Office of Official Publications of the EC.
365. SCF, Scientific Committee on Foods. Opinion of the scientific committee on food on the risks to human health of polycyclic aromatic hydrocarbons in food expressed on fourth December 2002. Brussels: 2002 (document SCF/CS/CNTM/PAH/29 Final).
366. SCF, Scientific Committee on Foods. Opinion on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. SCF/CS/CNTM/DIOXIN/8 Final. SCF, Health and Consumer Protection Directorate-General, European Commission. Brussels: 2000. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out78_en.pdf.
367. SCF, Scientific Committee on Foods. Opinion on the risk assessment of dioxins and dioxinlike PCB in food (update based on the new scientific information available since the adoption of the SCF opinion of 22 November 2000) Brussels: 2001. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out90_en.pdf.
368. Schuster BE and Lee K. Nitrate and nitrite methods of analysis and levels in raw carrots, processed carrots and in selected vegetables and grain products. *J Food Sci* 1987; 52, 1632-1636.
369. Scipioni A et. al. Il sistema HACCP: qualità e sicurezza nelle aziende agroalimentari, Hoepli ed. 1997.
370. Shryock TR, Richwine A. The interface between veterinary and human antibiotic use. *Ann N Y Acad Sci* 2010; 1213:92-105.
371. Sicherer SH, Sampson HA. Food allergy: Epidemiology, pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Allergy Clin Immunol* 2014; 133: 291-307.
372. Sicherer SH. Epidemiology of food allergy. *J Allergy Clin Immunol* 2011; 127: 594-602.
373. Silva R, Gomes E, Cunha L, Falcao H. Anaphylaxis in children: a nine years retrospective study (2001-2009). *Allergol Immunopathol* 2012; 40: 31-36.
374. Skamstrup Hansen K, Poulsen LK. Component resolved testing for allergic sensitization. *Curr Allergy Asthma Rep* 2010; 10: 340-348.
375. Smith JL, Fratamico PM. Fluoroquinolone resistance in campylobacter. *J Food Prot* 2010; 73 (6): 1141-1152.
376. Sobel J, Griffin PM, Slutsker L, Swerdlow DL and. Tauxe RV. Investigation of multistate foodborne disease outbreaks. *Public health reports* 2002; 117:8-19.
377. Tassinari R, Cubadda F, Moracci G, Aureli F, D'Amato M, Valeri M, De Berardis B, Mantovani A, Passeri D, Rossi M, Maranghi F. Oral, short-term exposure to titanium dioxide nanoparticles in Sprague-Dawley rat: focus on reproductive and endocrine systems and

- spleen. *Nanotoxicology* 2014; 8(6): 654-662.
378. Toti E e Catasta G. Legislazione Agroalimentare: un identikit. Edizioni Nuova Cultura. Anno I, n. 2, 2011.
379. Turrini A, Saba A and Lintas C. Study of the Italian reference diet for monitoring food constituents and contaminants. *Nutr Res* 1991; 11: 861-873.
380. U.S. An Older and More Diverse Nation by Midcentury. U.S. Census Bureau (n. CB08-123). Washington, DC: Census Bureau 2008.
381. U.S. Department of Health and Human Services. Healthy People. Progress Review – Food Safety. U.S. 2010. Washington, DC: Department of Health and Human Services, Public Health Service.
382. UNSCEAR, United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation . 2008 Report. Sources and effects of ionizing radiation. Vol. 1. Vienna: UNSCEAR; 2010.
383. Uotila T, Antonen J, Laine J, Kujansuu E, Haapala AM, Lumio J, Vuento R, Oksa H, Herjala J, Kuusi M, Mustonen J, Korpela M, Pirkanmaa Waterborne Outbreak Study Group. Reactive arthritis in a population exposed to an extensive waterborne gastroenteritis outbreak after sewage contamination in Pirkanmaa, Finland. *Scand J Rheumatol* 2011; 40(5): 358-362.
384. Van den Berg M, Birnbaum L, Bosveld ATC, Brunström B, Cook P, Feeley M, Giesy JP, Hanberg A, Hasegawa R, Kennedy SW, Kubiak T, Larsen JC, van Leeuwen FX, Liem AK, Nolt C, Peterson RE, Poellinger L, Safe S, Schrenk D, Tillitt D, Tysklind M, Younes M, Waern F, Zacharewski T. Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and Wildlife. *Environ Health Perspect* 1998; 106: 775-792.
385. Van den Berg M, Birnbaum L, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, Fiedler H, Hakansson H, Hanberg A, Haws L, Rose M, Safe S, Schrenk D, Tohyama C, Tritscher A, Tuomisto J, Tysklind M, Walker N, Peterson RE. The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. *Toxicol Sci* 2006; 93: 223-241.
386. van Kesteren PCE, Cubadda F, Bouwmeester H, van Eijkeren JCH, Dekkers S, de Jong WH, Oomen AG. Novel insights into the risk assessment of the nanomaterial synthetic amorphous silica, additive E551, in food. *Nanotoxicology* 2015; 9(4): 442-52.
387. VVM, Flemish Environment Agency. Proposal for environmental guideline values for atmospheric deposition of dioxins and PCBs. Cornelis C, De Brouwere K, De Fré R, Goyvaerts MP, Schoeters G, Swaans W, Van Holderbeke M. Aalst: Flemish Environment Agency, 2007. Internet:http://www.vito.be/VITO/EN/HomepageAdmin/Home/WetenschappelijkOnderzoek/p_catalogus.htm.
388. Waegeneers N, De Steur H, De Temmerman L, Van Steenwinkel S, Gellynck X, Viaene J. Transfer of soil contaminants to home-produced eggs and preventive measures to reduce contamination. *Sci Total Environ* 2009; 407: 4438-4446.
389. Wal JM. Thermal processing and allergenicity. *Allergy* 2003; 58: 727-729.
390. Walker R. Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food Addit Contam* 1990; 7: 717-768.
391. Walker R. The metabolism of dietary nitrites and nitrates. *Biochem Soc Trans* 1996; 24: 780-785.

392. Wang Y, Allen KJ, Koplin JJ. Dietary intervention for preventing food allergy in children. *Curr Opin Pediatr* 2017; Sep 13. doi: 10.1097/MOP.0000000000000552 [Epub ahead of print]
393. Whiley H, van den Akker B, Giglio S, Bentham R. The role of environmental reservoirs in human campylobacteriosis. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10 (11): 5886-5907.
394. WHO, World Health Organization. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series 916 (TRS 916). Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations. Geneva: World Health Organization, 2003.
395. WHO, World Health Organization. Dietary exposure assessment of chemicals in food (Chapter 6). Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Environmental Health Criteria 240. FAO/WHO. International Programme on Chemical Safety (IPCS). Geneva: WHO, 2009. Available at: <http://www.who.int/ipcs/food/principles/en/index.html>
396. WHO/FAO, World Health Organization and Food Agriculture Organization. Safety evaluation of certain contaminants in food / prepared by the seventy-second meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO food additives series; 63; 2011a.
397. WHO/FAO, World Health Organization and Food Agriculture Organization. Safety evaluation of certain food additives and contaminants / prepared by the seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO food additives series; 64; 2011b.
398. Zoja C, Buelli S, Morigi M. Shiga toxin-associated hemolytic uremic syndrome: pathophysiology of endothelial dysfunction. *Pediatr Nephrol* 2010; 25:2231-2240.

