

G. Turconi, P. Vercesi, C. Corbellini, C. Roggi

## Concentrazioni di riferimento dell'assunzione alimentare di xenobiotici

Dipartimento Scienze Sanitarie Applicate e Psicocomportamentali - Sezione Alimentazione Università degli studi di Pavia

**RIASSUNTO.** Al fine di valutare l'esposizione alimentare della popolazione a xenobiotici, i dati più attendibili si ottengono dagli studi di dieta totale. Tali studi si fondano su dati di concentrazione di xenobiotici in differenti matrici alimentari che vengono incrociati con dati sui consumi di alimenti, producendo in tal modo stime attendibili degli apporti alimentari degli xenobiotici indagati. Nel presente lavoro, attraverso una review della letteratura, vengono riportate le assunzioni alimentari di alcuni xenobiotici a livello mondiale, a livello della UE ed infine, nello specifico, dell'Italia, ponendo particolare attenzione a metalli ed elementi in traccia, pesticidi, IPA e alcune micotossine. Dalla rassegna emerge che le assunzioni alimentari di xenobiotici variano da nazione a nazione in funzione dell'inquinamento e contaminazione dell'ambiente, delle condizioni geografiche e climatiche, delle abitudini e dei consumi alimentari. Pertanto, per potere dare dei valori di riferimento dell'esposizione alimentare a xenobiotici, sarebbe necessario impostare un programma di monitoraggio e sorveglianza del rischio alimentare a xenobiotici mediante la raccolta continuativa e sistematica dei dati. Pur essendo consapevoli di tali limiti, si ipotizzano tuttavia dei valori di riferimento per alcuni xenobiotici per l'area pavese, ricavati dagli studi effettuati nella nostra zona.

**Parole chiave:** xenobiotici, dieta totale, concentrazioni di riferimento.

**ABSTRACT.** *www.gimle.fsm.it - Total diet studies are the best tool to evaluate food exposure to xenobiotics. These studies are based on xenobiotic concentrations measured in foods that are related to food consumption data in order to obtain reliable assessment of xenobiotic food intakes. This work is a review of the main international literature and points out international, European and Italian data of xenobiotic food ingestion. In particular, it focuses on metals, trace elements, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and some mycotoxin intakes in the total diet. Recorded data show that xenobiotic ingestion differs from nation to nation in relation to environmental pollution and contamination, geographical and climatic conditions, food habits and consumption. Therefore, in order to define reference values for xenobiotic food exposure, it is necessary to set up a monitoring and risk surveillance program by collecting data in a permanent and systematic way. Nevertheless, we have hypothesized some xenobiotic reference values for the area of Pavia based on local studies.*

**Key words:** xenobiotics, total diet, reference values.

### Introduzione

È noto che gli alimenti, oltre a fornire nutrienti e sostanze biologicamente attive necessarie all'organismo umano, possono altresì contenere sostanze tossiche di natura endogena e soprattutto subire diversi tipi di contaminazione ambientale in grado di comprometterne la salubrità.

In particolare la contaminazione chimica dei prodotti alimentari costituisce, ancora oggi, un problema estremamente complesso, strettamente collegato allo sviluppo economico, industriale, urbano e all'uso non sempre corretto di sostanze xenobiotiche per cui un alimento può essere contaminato in vari momenti del suo ciclo di vita, dalla produzione alla trasformazione, dalla conservazione al trasporto, dalla preparazione al consumo: in altri termini, "dal campo alla tavola".

È evidente che, sulla base della molteplicità dei fattori coinvolti nell'inquinamento alimentare, l'unico approccio ragionevole alla sicurezza alimentare non può essere che quello integrato, intendendo con ciò l'educazione e il coinvolgimento di tutti gli anelli della catena alimentare. È questo il principio base e il filo conduttore del Libro Bianco sulla sicurezza alimentare, pubblicato dalla Commissione Europea nel gennaio 2000 (1), al fine di assicurare all'UE livelli sempre più elevati di sicurezza alimentare e di protezione del consumatore.

Sebbene, infatti, nello stesso documento venga precisato che la catena alimentare europea è tra le più sicure al mondo, rimane innegabile che la sicurezza alimentare costituisce ancora oggi una priorità strategica fondamentale e che non è possibile abbassare la guardia soprattutto alla luce dei ben noti effetti tossici che gli xenobiotici, quali elementi in traccia, pesticidi, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), micotossine e altri, esercitano sulla salute umana. Tali effetti, diversi ed estremamente dannosi, si possono riassumere in alterazione della funzionalità renale, effetti neurotossici, epatotossici, genotossici, mutageni e cancerogeni.

È importante sottolineare che tale tossicità è il risultato di una esposizione orale a piccole dosi ma continua nel tempo, magari anche conseguente all'effetto sinergico di più sostanze; tossicità tanto meno diagnosticabile, quanto più latente, sino a che non si manifestano nella popolazione gravi patologie delle quali è spesso difficile identificare l'agente causale (potrebbero essere anche più agenti che agiscono in sinergia), nonché il momento in cui è sorto il meccanismo lesivo.

## Studi di dieta totale

Al fine di valutare l'esposizione alimentare della popolazione a xenobiotici, i dati più attendibili si ottengono dagli studi di dieta totale. Tali studi si fondano su dati di concentrazione di xenobiotici in differenti matrici alimentari che vengono incrociati con dati sui consumi di alimenti (2-4), producendo in tal modo stime attendibili degli apporti alimentari degli xenobiotici indagati. Le ingestioni dipendono pertanto dai valori di concentrazione degli xenobiotici nei prodotti alimentari, dalle frequenze di consumo di definiti alimenti, nonché dalle dimensioni delle porzioni consumate (il "piccolo" ed il "grande" mangiatore, a parità di frequenze di consumo degli stessi alimenti, non sono esposti al medesimo rischio).

Studi di dieta totale sono effettuati regolarmente con definite cadenze solo da alcuni paesi del mondo, quali gli Stati Uniti (5, 6) e la Gran Bretagna (7-9). Altri Paesi come Cina, Giappone, Germania, Olanda e Italia effettuano tali studi soltanto saltuariamente.

A questo punto è interessante osservare quanto riportato dalla letteratura in merito alle assunzioni di alcuni xenobiotici a livello mondiale, a livello della UE ed infine, nello specifico, dell'Italia.

È doveroso sottolineare che negli Stati Uniti, già dagli anni 60 (1961) (2-6), nonché in Gran Bretagna, dalla fine degli anni 70 (1976) (7-9), il monitoraggio sull'apporto alimentare di xenobiotici è effettuato annualmente mediante studi di dieta totale.

In altri paesi, e purtroppo tra questi anche l'Italia, tali studi sono invece sporadici, spesso effettuati con differenti metodologie di indagine, per cui risulta difficile il confronto dei dati stessi.

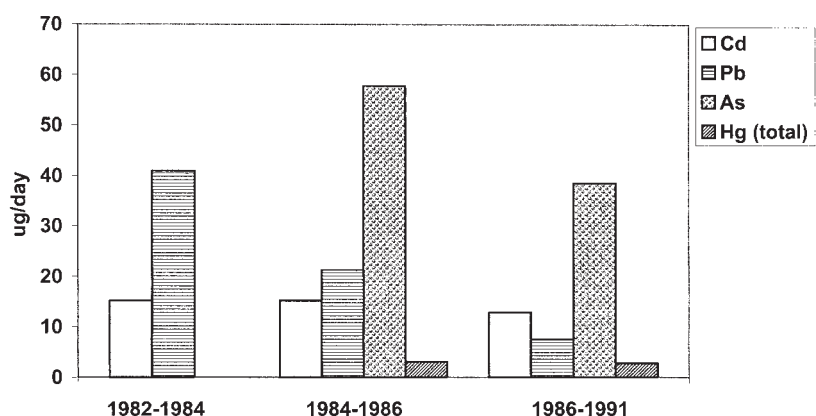
Nella presente rassegna sono stati presi in considerazione soltanto alcuni degli innumerevoli xenobiotici presenti nella nostra alimentazione quotidiana, quali metalli ed elementi in traccia, pesticidi, IPA e alcune micotossine.

## Metalli ed elementi in traccia

### Stati Uniti

Negli Stati Uniti, studi di dieta totale sono effettuati regolarmente dalla Food and Drug Administration (FDA), ma non altrettanto regolarmente vengono pubblicati. I dati più recenti disponibili in merito si riferiscono alle assunzioni alimentari rilevate nel 1991 e pubblicate nel 1995 (10) che fanno seguito ai dati relativi agli anni 1984-86 (11). Effettuando un confronto con dati relativi ad anni precedenti (10), è possibile osservare nel periodo 1982-91 un trend negativo per quanto riguarda gli apporti alimentari di alcuni elementi in traccia, quali Pb, Cd, As e Hg (Fig. 1).

**Figura 1. Confronto tra gli apporti alimentari/die (maschi 25-30 anni) negli anni 1982-84, 1984-86, 1986-91 di Cd, Pb, As, Hg**  
Da: Gunderson E.L., 1995 (10)



È possibile osservare che i valori di intake si collocano tutti al di sotto dei limiti accettabili (ADI). Il notevole decremento delle assunzioni di Pb riflette in larga parte il ridotto impiego del metallo nella piombatura delle scatolette utilizzate per il confezionamento e la conservazione degli alimenti.

### Giappone e Cina

Nei paesi orientali, relativamente a Pb e Cd, dati rilevati negli anni 1996 e 1997 (Tab. I) evidenziano consumi più elevati di Pb in Cina rispetto al Giappone e viceversa accade per quanto riguarda il Cd (12). I consumi di Pb in Giappone (8.4 e 11.6 µg/die) e di Cd in Cina (9.9 µg/die) sono abbastanza simili a quelli rilevati negli anni 1991 negli Stati Uniti (Pb = 7.6 µg/die; Cd = 12.9 µg/die).

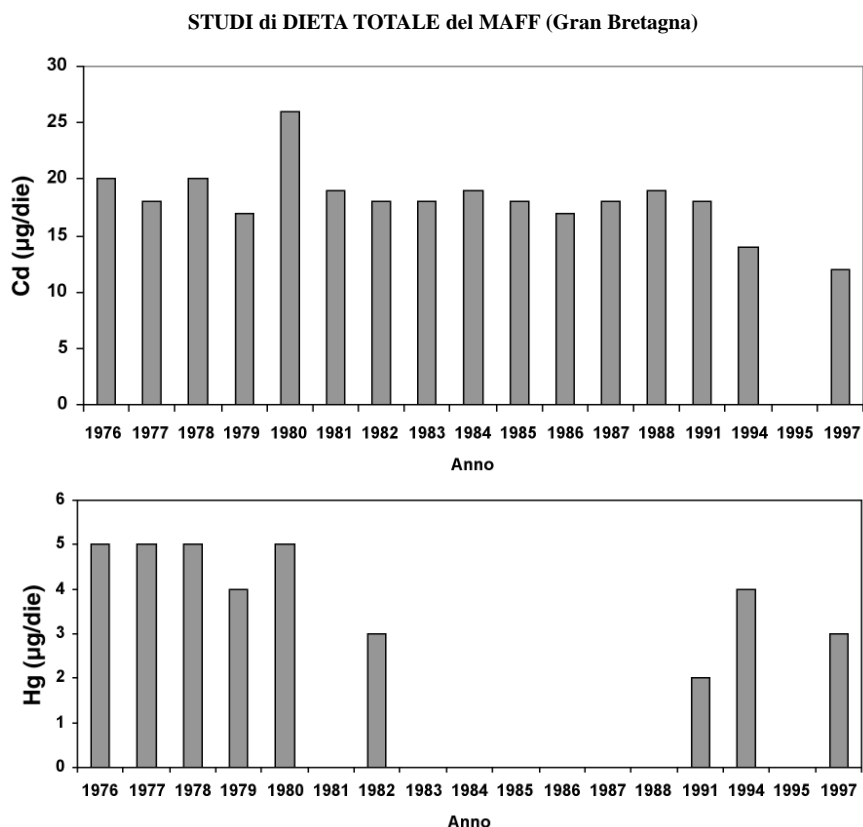
### Gran Bretagna

Anche in Gran Bretagna, come negli Stati Uniti, programmi di monitoraggio sull'assunzione di elementi in traccia sono in atto a partire dal 1976 da parte del Ministry of Agricultural, Fisheries and Food (MAFF). I trend di assunzione negli anni 1976-97 di Cd e Hg (13) (Fig. 2) presentano valori più o meno costanti e si collocano al di sotto dei PTWI. Riguardo il Cd è possibile osservare che il dato riscontrato nel 1997, pari a 12.0 µg/die, costituisce il 40% del PTWI, il più elevato fra tutti gli elementi indagati, ma pur sempre in media con i dati riscontrati in altri paesi del mondo.

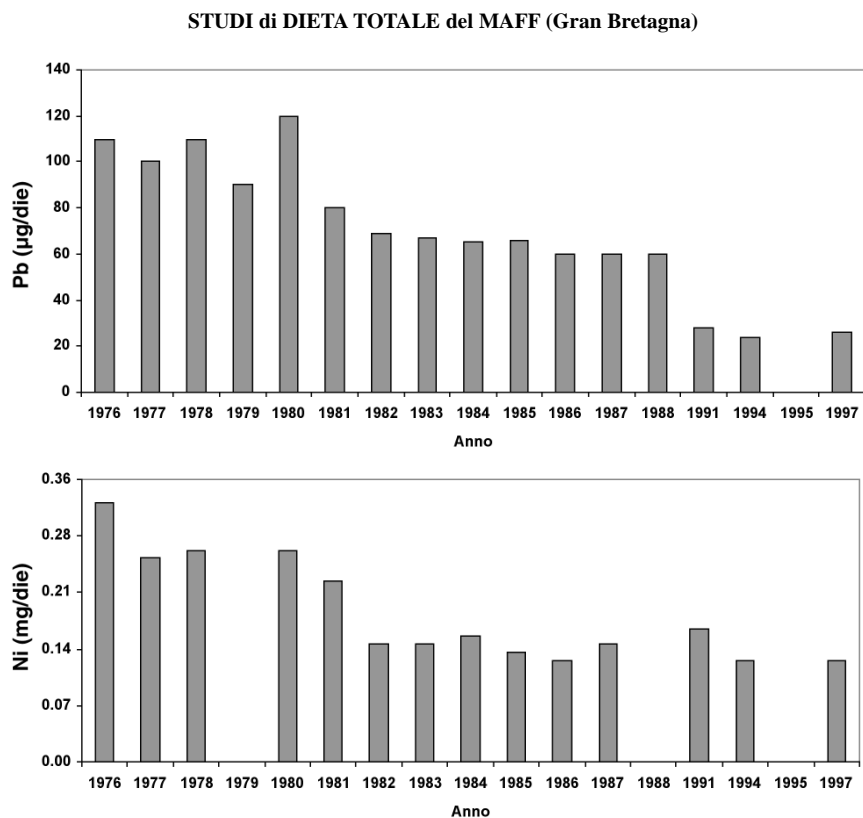
**Tabella I. Intake giornalieri di Pb e Cd misurati in duplicati di diete o stimati in donne adulte in Giappone e Cina**  
Da: Zuo-Wen Zhang et al., 1997 (12)

Elementi	Paese	Intake giornaliero (µg/die)	Riferimento
Piombo	Giappone	11.6	Zuo-Wen Zhang et al. (1997)
	Giappone	8.4	Watanabe et al. (1996)
	Cina	25.8	Zuo-Wen Zhang et al. (1997)
Cadmio	Giappone	32.1	Zuo-Wen Zhang et al. (1997)
	Giappone	29.9	Watanabe et al. (1996)
	Cina	9.9	Zuo-Wen Zhang et al. (1997)

## STUDI di DIETA TOTALE della FDA (USA)



**Figura 2. Trend dell'esposizione alimentare della popolazione generale a Cd e Hg in studi di dieta totale in Gran Bretagna dal 1976 al 1997.**  
Da: MAFF Web-Site-191: MAFF, UK - 1997 (13)



**Figura 3. Trend dell'esposizione alimentare della popolazione generale a Pb e Ni in studi di dieta totale in Gran Bretagna dal 1976 al 1997.**  
Da: MAFF Web-Site-191: MAFF, UK - 1997 (13)

Le assunzioni di Pb (Fig. 3) mostrano un continuo declino, con una marcata diminuzione tra il 1988 e il 1991, grazie alle misure adottate dal governo britannico per ridurre la contaminazione da tale elemento. Anche gli apporti di Ni (Fig. 3) mostrano una riduzione tra gli anni 1981 e 1982 e si mantengono più o meno costanti sino al 1997.

#### Olanda

Studi effettuati nel 1996 (14) evidenziano intake medi di Pb e Cd al di sotto delle ADI e PTWI. Tuttavia nei bambini di età compresa tra 1 e 4 anni valori di intake superiori alle ADI sono stati riscontrati nel 1.5% dei soggetti indagati, confermando i risultati di uno studio su diete della prima infanzia condotto in Italia (15). Gli autori ritengono pertanto doveroso che si presti maggiore attenzione alle classi più giovani.

#### Italia

In Italia i dati disponibili in letteratura sono abbastanza frammentari e discontinui. In un testo di recente pubblicazione (16), riguardante i valori di intake di micronutrienti e microtossici, Borella riporta in una tabella sinottica le assunzioni alimentari di Pb e Cd in diverse regioni italiane (Tab. II). Dalla tabella emerge una estrema variabilità tra i dati raccolti, legata sicuramente anche alle differenti metodologie di studio utilizzate; è interessante notare altresì che la maggior parte di tali valori sono comunque più elevati rispetto a quelli sopra citati riscontrati in altri paesi del mondo.

In studi più particolareggiati (17-19) condotti da Roggi et al nel 1995 in una popolazione rurale dell'oltrepò pavese di 432 soggetti, di età compresa tra 20 e 79 anni, emerge che (Tab. III) le distribuzioni in percentili delle assunzioni alimentari di Cd (17) superano le ADI per i soggetti che si collocano al 90° e 95° percentile e che le assunzioni di Pb (18) dei soggetti al 95° percentile, pur essendo al di sotto del PTWI, sono elevate soprattutto per il sesso femminile.

Il Hg (17) non desta nessuna preoccupazione, essendo i dati di assunzione ben al di sotto dei valori accettabili, mentre gli apporti di Ni (19)

**Tabella II. Assunzioni alimentari di Pb e Cd in alcune regioni italiane**  
Da: Borella P, 1999 (16)

Regione	Assunzione di Pb µg /die		Tipo di studio	Riferimento
Emilia (Modena)	641 218	zona industriale zona rurale	Alimenti raccolti in diverse zone	Borella <i>et al.</i>
Sicilia (Catania)	193-38 33	mense famiglia rurale	Pasti completi di diverse mense	Sciacca <i>et al.</i>
Liguria (Genova)	134-276		Diete complete e pronte	Perdelli <i>et al.</i>
Marche	96-221		70 diete pronte	Cocchioni <i>et al.</i>
Lombardia (Pavia)	3-22		Dieta della prima infanzia	Roggi <i>et al.</i>
Lombardia (Pavia)	218 204	maschi femmine	Diete complete	Roggi <i>et al.</i>
Emilia (Modena)	220-456		Diete di comunità	Borella <i>et al.</i>
Regione	Assunzione di Cd µg /die		Tipo di studio	Riferimento
Sicilia (Catania)	44-183 18	mense famiglia rurale	Pasti completi di diverse mense	Sciacca <i>et al.</i>
Liguria (Genova)	43-66		Diete complete e pronte	Perdelli <i>et al.</i>
Marche	52-138		70 diete pronte	Cocchioni <i>et al.</i>
Emilia (Modena)	63-151		Diete di comunità	Borella <i>et al.</i>

**Tabella III. Percentili delle assunzioni giornaliere di Cd, Hg, Pb, Ni (µg/die) della popolazione di Rovescala (PV) (n=419, M=188, F=231, anni 20-79)**  
Da: Roggi *et al.*, 1997, 1998 (17-19)

	Percentili						
	5°	10°	25°	50°	75°	90°	95°
<b>Cadmio</b>							
M	30	34	40	50	63	76	86
F	22	25	32	42	52	63	69
<b>Mercurio</b>							
M	1.2	1.5	1.9	2.4	2.8	3.7	3.9
F	1.7	1.3	1.7	2.2	2.6	3.5	4.0
<b>Piombo</b>							
M	/	122	160	211	252	329	395
F	/	109	141	192	237	330	411
<b>Nichel</b>							
M	/	269	337	438	520	617	696
F	/	214	266	360	463	605	684

dei soggetti al 90° e 95° percentile in entrambi i sessi sono superiori a 600 µg/die, ossia il livello di tossicità al quale i soggetti sviluppano ipersensibilità.

Il contributo percentuale dei diversi alimenti all'apporto dei contaminanti considerati mostra che per il Pb il contributo maggiore è dato dalla frutta (53%), seguita dai cereali (26%); per il Cd, il 59% dell'apporto con la dieta totale è dato dai cereali, cui seguono le verdure (11%) e la frutta (8%); per il Hg, il contributo maggiore è dato da frutta (34%), cereali (26%) e verdure (19%) mentre il pesce contribuisce soltanto per il 4%; per il Ni, il contributo maggiore è dato dalle verdure (42%), il minore dai dolci (2%).

In uno studio del 1996 di Gramiccioni *et al.* (20) sulle assunzioni alimentari di alluminio in diverse regioni italia-

ne, emergono dati differenti da regione a regione, con valori più elevati in Piemonte e Campania: Piemonte:  $4.30 \pm 1.87$  mg/die; Emilia:  $3.09 \pm 0.70$  mg/die; Campania:  $6.31 \pm 2.06$  mg/die; Calabria:  $2.52 \pm 1.12$  mg/die.

In conclusione, dalla letteratura emerge, negli Stati Uniti, un trend negativo di assunzioni di Cd, Pb, As e Hg; in Gran Bretagna una marcata riduzione degli apporti di Pb, valori più o meno costanti di Cd e Hg e una diminuzione delle assunzioni di Ni; in Olanda un trend negativo per Pb e Cd; in Italia dati disparati e trend non definibili.

### Pesticidi

Tra i numerosi analiti indagati in letteratura, abbiamo soffermato la nostra attenzione soltanto su alcuni pesticidi, che sono riportati in questa sede a titolo esemplificativo.

### Stati Uniti

Nell'ambito degli studi di dieta totale (10) sono stati indagati circa 120 contaminanti, tra cui pesticidi ed altri elementi.

Gli apporti alimentari (µg/kg peso corporeo/die) di alcuni pesticidi (DDT totale, dieldrina, eptacloroepossido, esaclorobenzene), rilevati per differenti classi di età (10) (Tab. IV), mostrano un trend negativo; per altri si osservano valori più o meno costanti, ma in generale tutti gli apporti medi giornalieri si collocano ben al di sotto dei limiti accettabili. Gli alimenti che più contribuiscono all'apporto totale di dieldrina, eptacloroepossido e esaclorobenzene sono la carne e i prodotti caseari (rispettivamente 81% per dieldrina, 73% per eptacloroepossido, 76% per esaclorobenzene); i maggiori contribuenti all'apporto totale di malathion sono i prodotti a base di cereali (87%).

**Tabella IV. Confronto tra gli apporti alimentari/die ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporeo/die) di fitofarmaci e PCB negli anni 1982-84, 1984-86 e 1986-91 in differenti gruppi di popolazione**  
Da: Gunderson et al., 1995 (10)

STUDI di DIETA TOTALE della FDA (USA)												
Residuo	Bambini						Adulti maschi					
	6 mesi			2 anni			14-16 anni			25-30 anni		
	82/84	84/86	86/91	82/84	84/86	86/91	82/84	84/86	86/91	82/84	84/86	86/91
Carbaryl	0.11	0.07	0.12	0.12	0.06	0.13	0.02	0.009	0.03	0.02	0.01	0.03
DDT, totali	0.10	0.05	0.04	0.10	0.05	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01
Diazinon	0.01	0.002	0.006	0.03	0.005	0.01	0.01	0.002	0.005	0.009	0.002	0.004
Dieldrin	0.01	0.01	0.006	0.02	0.01	0.007	0.008	0.005	0.003	0.007	0.004	0.003
Heptachlor epoxide	0.003	0.003	0.002	0.006	0.004	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001
Hexachlorobenzene	0.002	0.003	0.001	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001
Malathion	0.14	0.13	0.11	0.23	0.26	0.22	0.11	0.12	0.10	0.07	0.08	0.07
Parathion	0.01	0.008	0.008	0.005	0.003	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PCBs, totali	0.001	0.001	<0.001	0.001	0.002	0.002	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	0.001	<0.001

#### Giappone e Cina

Un confronto in Giappone dei dati di assunzione di alcuni pesticidi (21) tra gli anni 1980-84 e 1992-93 in Fukouka evidenzia una riduzione per esaclorocicloesano totale (HCH-tot) (da 1.95  $\mu\text{g}/\text{die}$  a 0.56  $\mu\text{g}/\text{die}$ ), dieldrina (da 0.20  $\mu\text{g}/\text{die}$  a 0.09  $\mu\text{g}/\text{die}$ ), DDT totale (da 3.54  $\mu\text{g}/\text{die}$  a 1.42  $\mu\text{g}/\text{die}$ ) e malathion (da 0.27  $\mu\text{g}/\text{die}$  a 0.22  $\mu\text{g}/\text{die}$ ), ma un aumento delle ingestioni di lindano ( $\gamma$ -HCH) (da 0.12  $\mu\text{g}/\text{die}$  a 0.20  $\mu\text{g}/\text{die}$ ), dovuto quest'ultimo soprattutto al consumo di salsicce di carni lavorate, prodotto per cui dovrebbe essere previsto un controllo più rigido. Tutti i valori si collocano comunque ben al di sotto delle ADI.

In Cina, al contrario, dati rilevati nel 1990 (22) mostrano valori di assunzione di HCH totale (5.04  $\mu\text{g}/\text{die}$ ) e di DDT totale (20.47  $\mu\text{g}/\text{die}$ ) di gran lunga superiori a quelli giapponesi e di altre nazioni del mondo, sebbene HCH e DDT siano stati banditi in Cina fin dal 1983.

#### Italia

In Italia, più studi effettuati da Camoni et al (23-25) dell'Istituto Superiore di Sanità negli anni 80-85 e 86-87 su campioni di dieta totale, mostrano che, almeno alla fine degli anni 80, i pesticidi ingeriti in maggiore quantità sono i ditiocarbamati (Fig. 4), i cui valori restano costanti nel tempo indagato e costituiscono il 9% delle ADI. Il malathion decresce, come pure il lindano e tutti i valori si situano ben al di sotto delle ADI.

Un altro lavoro effettuato da Roggi et al (26) nel 1990 in Lombardia mostra valori di intake per il lindano sicuramente inferiori ai dati riscontrati da Camoni et al. negli anni 1988-89 (0.13  $\mu\text{g}/\text{die}$  vs 0.30  $\mu\text{g}/\text{die}$ ), mentre per il malathion i valori sono abbastanza simili (8.7  $\mu\text{g}/\text{die}$  vs 6.0  $\mu\text{g}/\text{die}$ ). La differenza riscontrata per le ingestioni di lindano non è spiegabile con la diversa metodologia di studio adottata, in quanto i valori del malathion sono simili. È ipotizzabile pertanto che gli apporti di lindano siano realmente inferiori nella nostra regione.

In conclusione, dalla letteratura emerge un trend di assunzioni negativo per DDT totale, dieldrina, eptacloroepossido, esaclorobenzene e un trend costante per HCB, malathion e parathion negli Stati Uniti; un trend negativo per HCH totale, dieldrina e DDT totale in Giappone; un trend negativo per malathion e lindano e costante per i ditiocarbamati in Italia.

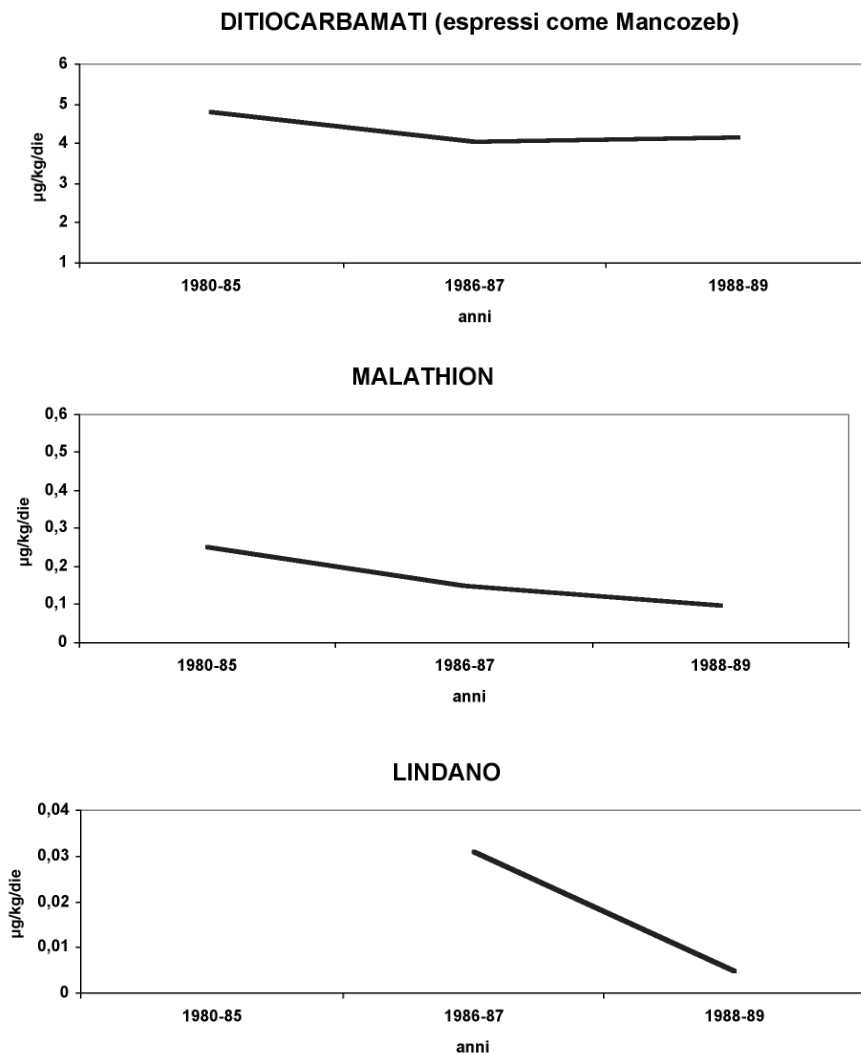
#### Micotossine

Riguardo gli apporti alimentari di micotossine, la letteratura non è particolarmente ricca, essendo questo un problema di contaminazione emerso solo di recente.

I dati rilevati in Cina (22) mostrano per l'aflatossina B1 valori di assunzione (0.15-0.60  $\mu\text{g}/\text{die}$ ) sicuramente al di sotto delle ADI, per cui sembrano non rappresentare un problema. L'aflatossina M1 è risultata assente in tutti i prodotti analizzati.

In Gran Bretagna (27) gli apporti alimentari di ocratossina A (< 5 ng/kg di peso corporeo/die) sono risultati al di sotto delle ADI (16 ng/kg peso corporeo/die). Le fonti principali risultano essere i cereali per il 60% e l'uvetta passa per il 12%. La media di ingestione stimata per i paesi della comunità europea (28) è pari a 1-2 ng/kg peso corporeo/die, valore non allarmante.

Dati preliminari, non ancora pubblicati, di Roggi et al, relativi al contenuto di ocratossina A in campioni di latte materno raccolti al 3°-4° giorno di lattazione da donne degenti in diverse strutture ospedaliere della Lombardia, mostrano una elevata percentuale di positività all'ocratossina A (86% circa dei campioni). I dati presentano una estesa variabilità (1-57 ng/l), con valori medi che si situano tra  $4.8 \pm 2.6$  ng/l nei campioni raccolti presso l'ospedale di Pavia e  $10.5 \pm 8.8$  ng/l in quelli di Lecco. Supponendo che un neonato al 3°-4° giorno di vita assuma mediamente 100 grammi di latte materno, è possibile stimare una assunzione giornaliera di ocratossina A variabile tra 0.48 ng e 1.05 ng.



**Figura 4. Trend delle assunzioni alimentari di differenti pesticidi ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso corporeo/die) negli anni 1980-89 in Italia**

Da: Camoni et al., 1991, 1993 (23-25)

mente maggiore all'apporto dietetico di IPA: frutta (21,5%), pane (14,3%), verdure (13,3%) e dolci (9,9%).

## Conclusioni

Dall'ampia rassegna sopra riportata relativa agli apporti alimentari di xenobiotici emerge che gli analiti rilevati possono essere differenti quali-quantitativamente da zona a zona, da paese a paese in funzione delle problematiche di rischio locale; che il dato analitico è fortemente dipendente dalle metodiche di campionamento e dalle metodiche di analisi utilizzate; che le assunzioni alimentari di xenobiotici variano da nazione a nazione in funzione dell'inquinamento e contaminazione dell'ambiente, delle condizioni geografiche e climatiche, delle abitudini e dei consumi alimentari.

Ci si pone allora la domanda se sia possibile, allo stato attuale delle conoscenze, dare un valore di riferimento di esposizione alimentare a xenobiotici. Volendo ipotizzare dei valori di riferimento per la zona pavese, si possono avanzare le ipotesi riportate in Tab. V per alcuni xenobiotici, ricavate dagli studi effettuati nella nostra zona (17, 18, 19, 26, 29).

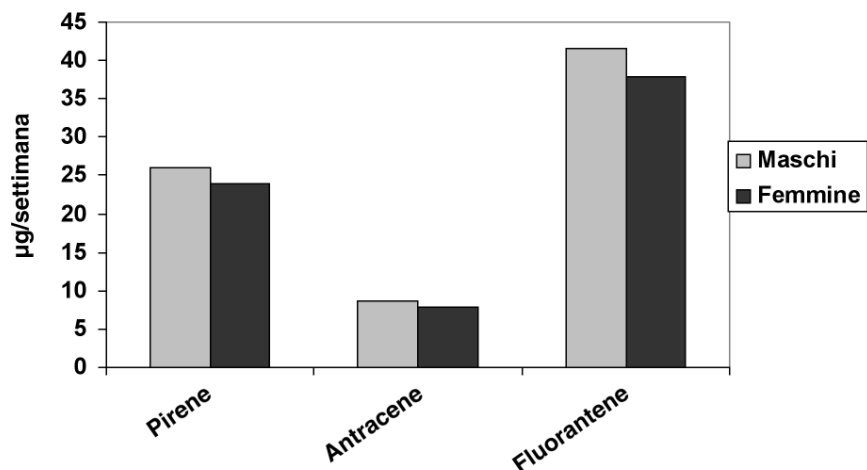
È doveroso tuttavia sottolineare che ciò presenta dei limiti ben definiti, strettamente correlati al fatto che le contaminazioni e l'inquinamento ambientale variano nel tempo e pertanto anche le concentrazioni degli xenobiotici ne-

## Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Uno studio di dieta totale effettuato nell'oltrepò pavese nel 1995 da Roggi et al (29), relativo agli apporti alimentari di pirene, antracene e fluorantene, ha evidenziato intake più elevati per i maschi rispetto alle femmine (Fig. 5) e valori medi di assunzione giornaliera di pirene pari a  $3.14 \mu\text{g}/\text{die}$ , in linea con altri dati riportati in letteratura da Van Rooij et al. ( $0.73 - 4.85 \mu\text{g}/\text{die}$ ) (30), da Vaeesen et al ( $0.41 - 5.11 \mu\text{g}/\text{die}$ ) (31) e dal Dutch Agricultural Advice Committee nel 1986 ( $0.30 - 2.11 \mu\text{g}/\text{die}$ ) (32).

Le concentrazioni maggiori di pirene, antracene e fluorantene sono state riscontrate negli alimenti cotti alla brace, alla griglia e affumicati, ma sono altri i prodotti alimentari, che, seppure caratterizzati da un minor contenuto di tali sostanze, per via di elevate frequenze di consumo, contribuiscono in modo percentual-

**Figura 5. Apporti alimentari di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) ( $\mu\text{g}/\text{settimana}$ ) nella popolazione di Rovescala (PV) stratificata per sesso**  
Da: Roggi et al., 1995 (29)



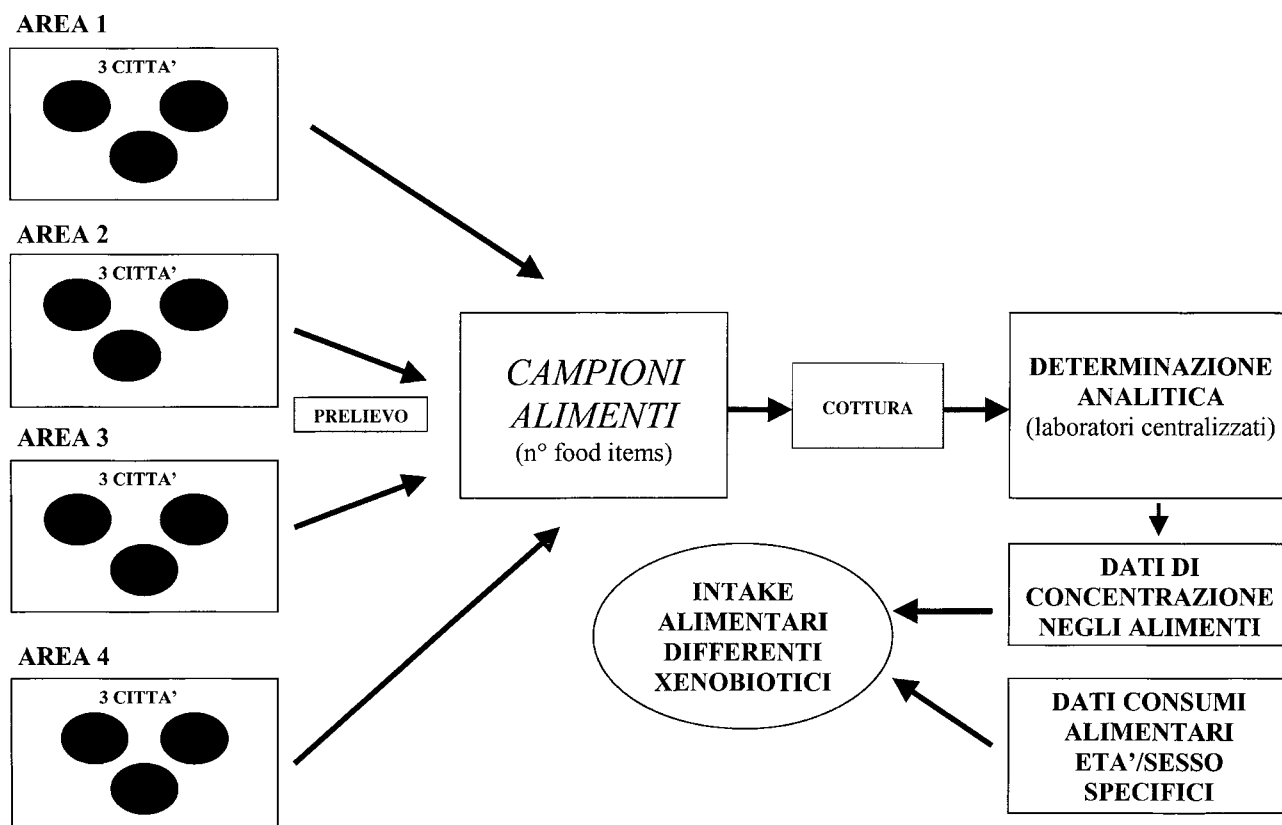
**Tabella V. Ipotesi di valori di riferimento per la zona pavese ( $\mu\text{g}/\text{die}$ ) - Da: Roggi et al., (17, 18, 19, 26, 29)**

Piombo	M	218
	F	204
Cadmio	M	54
	F	44
Mercurio	M	2,4
	F	2,3
Nichel	M	444
	F	387
Lindano		0.14
Aldrina		0.31
Dieldrina		0.70
Malathion		8.70
Parathion		3.70
Etilenbisditiocarbammati		n.r
Pirene		3.14

gli alimenti sono soggette a modificazioni; che emergono nuovi contaminanti, si affinano le metodiche analitiche, variano le abitudini e i consumi alimentari e quindi, in ultima analisi, varia il dato di esposizione.

Pertanto, per potere dare dei valori di riferimento dell'esposizione alimentare a xenobiotici, si ritiene necessario impostare un programma di monitoraggio e sorveglianza del rischio alimentare a xenobiotici mediante la raccolta continuativa e sistematica dei dati.

Ciò sarà realizzabile (Fig. 6) identificando innanzi tutto la zona oggetto di studio nonché le aree nelle quali effettuare il campionamento di alimenti e bevande. Sulla base dei consumi alimentari e delle frequenze di consumo nelle zone identificate, si passerà alla fase del prelievo dei campioni di alimenti, alla loro cottura secondo le ricette tradizionali della zona, alla preparazione dei campioni per la determinazione analitica degli xenobiotici che si vogliono indagare. Dai valori di concentrazione misurati nei prodotti alimentari e dai dati sui consumi alimentari, rilevati per sesso e fasce di età, sarà possibile stimare gli intake, e dunque l'esposizione alimentare, agli xenobiotici oggetto di studio.



**Figura 6. Ipotesi di monitoraggio dell'esposizione alimentare a xenobiotici**

### Bibliografia

- 1) Commissione delle Comunità Europee. Libro Bianco sulla Sicurezza Alimentare. Bruxelles, 12.1.2000 COM (1999) 719 def.
- 2) Pennington JAT, Gunderson EL. History of the Food and Drug Administration's Total Diet Study - 1961 to 1987. JAOAC Int 1987; 70: 772-782.
- 3) Pennington JAT, Gunderson EL. History of the Food and Drug Administration's Total Diet Study - 1961 to 1987. Appendices, PB87 151676, National Technical Information Service. Springfield, VA, USA.
- 4) Pennington JAT, Capar SG, Parfitt CH, Edwards CW. History of the Food and Drug Administration's Total Diet Study (part II), 1987-1993. JAOAC Int 1996; 79, 1: 163-170.
- 5) Pennington JAT. Revision of the Total Diet Study food list and diets. JADA 1983; 82: 166-173.

- 6) Pennington JAT. The 1990 revision of the FDA Total Diet Study. *JNE* 1992; 24: 173-178.
- 7) Peattie ME, Buss DH, Lindsay DG, Smart GQ. Reorganisation of the British Total Diet Study for Monitoring Food Constituents from 1981. *Food Chem Tox* 1983; 21: 503-507.
- 8) Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: The British Diet: Finding the facts. Food Surveillance Paper n° 40, 1994, The Stationery Office, London.
- 9) Gregory J, Foster K, Tyler H, Wiseman M. The Dietary and Nutritional Survey of British Adults. 1990, The Stationery Office, London.
- 10) Gunderson EL. FDA Total Diet Study, July 1986-April 1991, Dietary Intakes of Pesticides, Selected Elements and Other Chemicals. *J AOAC Int* 1995; 78, 6: 1353-1362.
- 11) Gunderson EL. Dietary Intakes of Pesticides, Selected Elements and Other Chemicals: FDA Total Diet Study, June 1984-April 1986. *J AOAC Int* 1995; 78, 4: 910-921.
- 12) Zuo-Wen Zhang, Chan-Seok Moon, Takao Watanabe, Shinichiro Shimbo, Feng-Sheng He, Yi-Qun Wu, Shun-Fu Zhou, De-Ming Su, Jiang-Bin Qu, Masayuki Ikeda. Background exposure of urban populations to lead and cadmium: comparison between China and Japan. *Int Arch Occup Environ Health* 1997; 69: 273-281.
- 13) Archive - MAFF Web-site, food surveillance Information sheet, n°191: MAFF, UK, 1997 Total diet Study: Aluminium, Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Lead, Mercury, Nickel, Selenium, Tin and Zinc. November, 1999.
- 14) Brussaard JH, Van Dokkum W, Van Der Paauw CG, De Vos RH, De Kort WLAM, Lowik MRH. Dietary intake of food contaminants in The Netherlands (Dutch Nutrition Surveillance System). *Food Additives and Contaminants* 1996; 13, 5: 561-573.
- 15) Roggi C, Mazzei B, Soccio MA, Gandini C, Caccialanza G, Kistos M. Valutazione dell'ingestione di piombo con la dieta nella prima infanzia. *L'igiene Moderna* 1991; 96: 131-141.
- 16) Casalicchio G. I Microelementi nell'Ecosistema Terrestre: Micronutrienti, microutili e microtossici nel suolo, nei vegetali, negli animali e nell'uomo. Pitagora Editrice, Bologna, 2000.
- 17) Roggi C, Maccarini L, Mancini MC, Ronchi A. Esposizione alimentare a cadmio e mercurio. *Ann Ig* 1998; 10: 95-101.
- 18) Roggi C, Merlo E, Minoia C. Esposizione alimentare a piombo. *Ann Ig* 1997; 9: 59-65.
- 19) Roggi C, Merlo E, Minoia C. Esposizione alimentare a nichel. *Ann Ig* 1997; 9: 221-227.
- 20) Gramiccioni L, Ingrao G, Milana MR, Santaroni P, Tomassi G. Aluminium levels in Italian diets and in selected foods from aluminium utensils. *Food Additives and Contaminants* 1996; 13, 7: 767-774.
- 21) Nakagawa R, Hirakawa H, Hori T. Estimation of 1992-1993 Dietary intake of Organochlorine and Organophosphorus Pesticides in Fukuoka, Japan. *J AOAC Int* 1995; 78, 4: 921-929.
- 22) Chen J and Gao J: The Chinese Total Diet Study in 1990. Part I. Chemical Contaminants. *J AOAC Int*, 1993, 76, 6: 1193-1205.
- 23) Camoni I, Di Muccio A, Fabbri R. Stima dell'assunzione giornaliera di residui antiparassitari attraverso la dieta in Italia negli anni 1986-1987. *Riv Soc It Sc Alim* 1991; 20, 3: 77-100.
- 24) Camoni I, Di Muccio A, Bellisai MS, Fabbri R. Stima dell'assunzione giornaliera di residui di antiparassitari attraverso la dieta in Italia negli anni 1988-1989. *Riv Soc It Sc Alim* 1993; 22, 1: 51-75.
- 25) Camoni I, Di Muccio A, Fabbri R. An estimation of the dietary intake of pesticide residues in Italy from survey data. *Ann Ig* 1993, 5: 155-160.
- 26) Roggi C, Minoia C, Gandini C, Caccialanza G, Del Re AM, Natali P, Rigoni I, Mazzei B, Meloni F, Meloni C. Inquinamento ambientale e contaminazione alimentare. Valutazione sperimentale dell'ingestione giornaliera di pesticidi ed elementi in traccia tossici presenti nella dieta globale. *L'igiene Moderna* 1991; 96: 748-766.
- 27) Archive - MAFF Web-site, food surveillance Information sheet, n° 172: MAFF, UK: A survey of human exposure to ochratoxin A, April 1999.
- 28) Hohler D. Ochratoxin A in food and feed: occurrence, legislation and mode of action. *Z Ernährungswiss* 1998 Mar; 37, 1: 2-12.
- 29) Roggi C, Vercesi P, Minoia C, Fonte A. Esposizione alimentare a Idrocarburi Policiclici Aromatici. Atti del 39° Congresso Nazionale Siti "La Promozione della Salute nel Terzo Millennio", Ferrara 24-27 settembre 2000.
- 30) Van Rooij JGM, Veeger MMS, Bodelier-Bade MM, Jongeneelen SFJ. Smoking and dietary intake of polycyclic aromatic hydrocarbons as sources of interindividual variability in the baseline excretion of 1-hydroxypirene in urine. *Int Arch Occup Environ Health* 1994; 66: 55-65.
- 31) Vaessen HAMG, Schuller PL, Jekel AA, Wilbers AAMM. Polycyclic aromatic hydrocarbons in selected foods; analysis and occurrence. *Toxicol Environ Chem* 1984; 7: 297-324.
- 32) LAC-Milieukrtischestoffen (Dutch Agricultural Advice Committee). Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen in de Nederlandsevoeding. LAC-nr: 86.3, 's-Gravenhage, The Netherlands, 1986.