

Applicazioni delle radiazioni ionizzanti in campo alimentare

Il mercato alimentare oggi deve risolvere tre grandi problemi

- Perdita del 30% delle derrate alimentari dal produttore al consumatore (problema legato alla fame nel mondo)
- Distribuzione di merce igienicamente sana per limitare le intossicazioni e infezioni di tipo alimentare (ridurre la spesa sanitaria)
- Sostituzione di pesticidi, insetticidi e fumiganti (dannosi per l'ambiente e l'uomo)

Le radiazioni ionizzanti sono
in grado di trovare una
soluzione a tutti e tre questi
problemi

Applicazioni in campo alimentare

Prolungamento della conservazione

Decontaminazione da agenti patogeni e parassiti



Alternativa all'uso di pesticidi, insetticidi e fumiganti

Vita media di un alimento

Tabella 1. Vita media in giorni di alcuni alimenti tenuti a 21°C

Giorni			
1-2	1-7	1-20	> 360
Carne e pollame Pesce Ortaggi in foglia	Frutta Verdura	Patate Carote Tuberi in genere	Frutta secca Semi

La vita media di un alimento dipende dalla natura dell'alimento stesso e i fattori che la influenzano sono: veloce maturazione (frutta), formazione di muffe (frutta e verdura), marcescenza (carne e pesce), attacco di insetti e parassiti (cereali), infestazione da microrganismi patogeni (spezie, carni, pesce, pollame, uova, latticini), germinazione (cipolla, aglio e tuberi in genere)

Tabella 1. Effetti e scopi del trattamento con radiazioni ionizzanti di derrate alimentari e relative dosi

Effetti del trattamento	Dose (kGy)
Basse dosi (≤ 1 kGy)	
a) Inibisce la germogliazione di patate, cipolle e aglio.	0,05 – 0,15
b) Sterilizza o distrugge insetti infestanti, larve e uova incluse, presenti in cereali, farine, frutta fresca e secca, leguminose ecc. impedendone la proliferazione ciò a scopo di quarantena e per prevenire perdite di prodotti.	0,15 – 0,7
c) Distrugge parassiti (elminti, nematodi inclusa la <i>Trichinella spiralis</i> e la <i>Taenia saginata</i>) in carni fresche di maiale prevenendo così malattie da parassiti.	0,3 – 0,5
d) Ritarda la maturazione di certe frutta e ortaggi.	0,25 – 1,0
e) Riduce i livelli di batteri innocui causa del deterioramento di carni fresche, pollame e prodotti ittici.	0,5 – 1,0
Dosi intermedie (circa 1-10 kGy)	
a) Riduce il numero di batteri e funghi che causano il deterioramento di carni fresche, pollame, prodotti ittici e agricoli (es. fragole).	1,0 – 3,0
b) Elimina la muffa dai prodotti da forno (es. pane in cassetta).	2,0 – 4,0
c) Ritarda l'apertura del cappello e il deterioramento dei funghi.	2,0 – 4,0
d) Distrugge batteri patogeni (es. Salmonella, Listeria, ecc.) in prodotti di origine animale (es. latte e uova in polvere), in cibi congelati (es. cosce di rana, gamberetti, pesci), eliminando il rischio di tossinfezioni.	3,0 – 10,0
e) Sterilizza spezie, vegetali e frutta disidratata, ecc. e il materiale per il confezionamento.	3,0 – 10,0
Alte dosi (circa 10-50 kGy)	
a) Migliora la reidratazione di ortaggi disidratati, ecc.	10 – 50
 b) Sterilizza carni a bassa acidità, pollame e prodotti ittici precotti e conservati in confezioni sigillate, eliminando così anche microrganismi sporigeni.	10 – 50
 c) Sterilizza diete complete o componenti di tali diete per pazienti immunodepressi.	10 – 50

PAURE DEL CONSUMATORE

Per irradiazione i cibi:

- diventano radioattivi
- diventano cancerogeni
- subiscono modifiche chimiche
- perdono il loro contenuto nutrizionale

Altre paure

- Recupero di cibi avariati
- Nei cibi si formano radicali liberi

- **Diventano radioattivi (impossibile per tipo ed energia delle radiazioni usate; verifiche sperimentali)**
- **Diventano cancerogeni**

In conclusione è possibile affermare che la tecnica di irraggiamento degli alimenti è una delle più studiate dal punto di vista tossicologico. i dati sono stati ottenuti con un elevato numero di specie animali e modelli sperimentali e con un'ampia varietà di alimenti. La sensibilità e le tecnologie impiegate sono adeguate e in generale sono state impiegate dosi di radiazioni ben al di sopra di quelle attualmente permesse e impiegate per i singoli alimenti. I risultati ottenuti non mostrano alcun effetto sia in relazione a test a breve che a lungo termine. Inoltre non vi è alcuna evidenza di un effetto mutageno e/o cancerogeno. Le radiazioni ionizzanti producono come altri trattamenti perdite di fattori nutritivi, in special modo vitamine, e i pochi casi avversi osservati sono chiaramente attribuibili a questo fenomeno.

- **Subiscono modifiche chimiche (minime)**
- **Perdono il loro contenuto nutrizionale**

**I macroelementi:
proteine e carboidrati molto stabili, un po' meno i grassi**

Tabella 3. Effetto dell' irraggiamento sulla qualità proteica di una dieta per ratto

Dose kGy	Digeribilità vera (%)	Valore biologico (%)	Utilizzazione proteica netta
0	85,6	80,5	68,9
5	83,6	75,8	63,5
10	86,5	81,7	70,6
25	87,0	78,1	68,0
30	84,8	77,3	65,4
70	85,3	76,4	65,2

I microelementi

Non esistono prove che l'irradiazione, indipendentemente dalla dose, abbia alcun effetto sugli *oligoelementi* essenziali sia in termini di quantità assoluta sia di biodisponibilità.

La sensibilità alle radiazioni delle *vitamine* varia grandemente a seconda dell'alimento, della dose di radiazione, delle condizioni ambientali presenti durante l'irradiazione e la conservazione. Di seguito viene riportata la differente sensibilità delle vitamine sottoposte al trattamento con raggi gamma:

- Idrosolubili: B₁ > C > B₆ > folati, B₁₂, niacina
- Liposolubili: E > caroteni > A > D > K

Se l'alimento viene irradiato a bassa temperatura si riesce a preservare una percentuale maggiore del suo contenuto di vitamine. Lo stesso vale se l'irradiazione ha luogo in un ambiente privo di ossigeno, il che è applicabile alle vitamine sensibili alle radiazioni come la tiamina, l'acido ascorbico e l'alfa-tocoferolo (praticamente irradiazione e confezionamento sottovuoto). Se l'irradiazione e il confezionamento avvengono sotto flusso di azoto si raggiungono gli stessi risultati.

- **Recupero di cibi avariati**

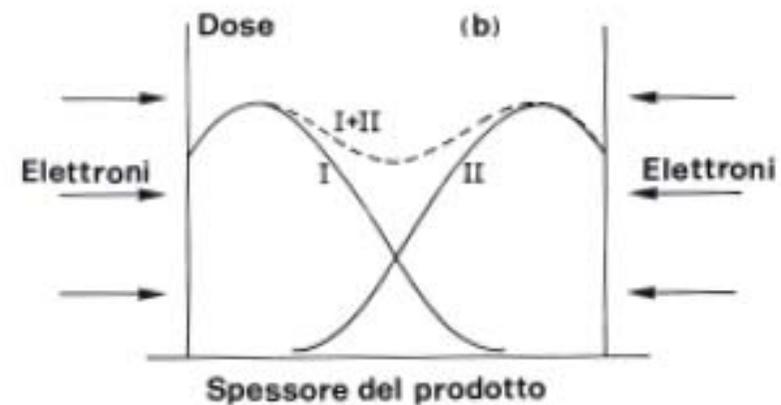
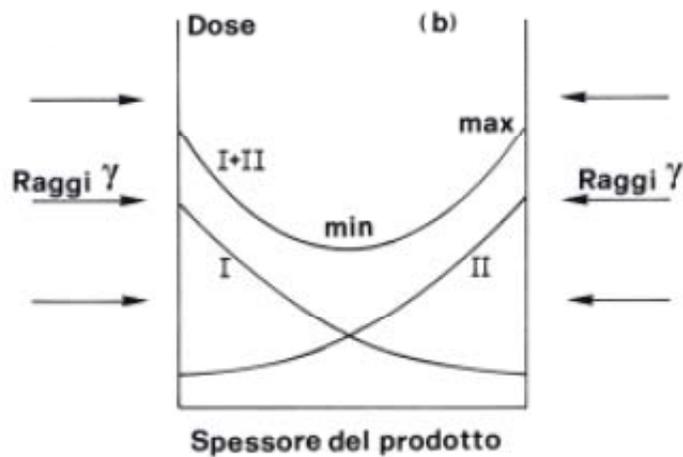
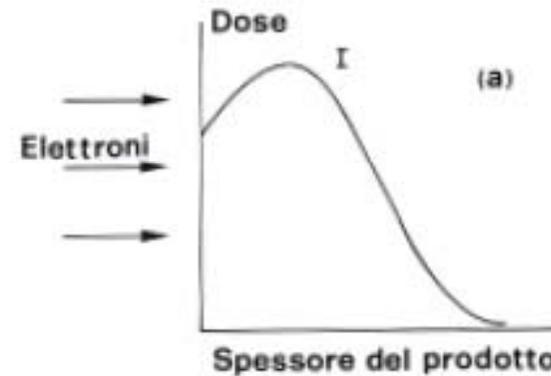
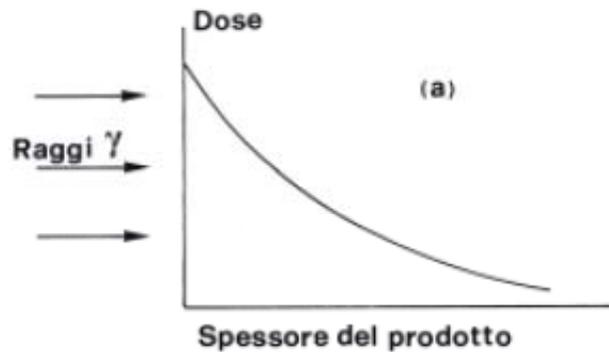
È necessario ribadire con forza che il trattamento radiante deve essere considerato come trattamento di sanitizzazione di un alimento e che non è in grado di rendere sano un alimento di per se non idoneo al consumo umano.

- Nei cibi si formano radicali liberi
Sì, ma in quantità inferiore a molti
altri trattamenti (tostatura,
fumigatura, essiccazione e friggitura)

In conclusione i possibili effetti negativi dell'irradiazione degli alimenti sul benessere nutrizionale dell'uomo sono dello stesso ordine di grandezze di quelli associati ad altre forme di conservazione degli alimenti nelle dosi attualmente consentite dalle norme, come si evince dal fatto che tutti gli organismi internazionali e il *Codex Alimentarius* limitano i dosaggi a 10 kGy per il consumo degli alimenti irradiati

A tal proposito l'Organizzazione Mondiale della Sanità nel 1994 ha formulato un documento "Safety and nutritional adequacy of irradiated food" ritenuto esaustivo per la sicurezza d'uso di tali alimenti. Nel 2002 anche il Comitato Scientifico della Nutrizione Umana della Comunità Europea si è espressa favorevolmente all'uso dell'irraggiamento, in quanto ha verificato che si è raggiunto un buon livello di osservanza delle disposizioni della direttiva su tale tipo di trattamento tecnologico degli alimenti

BUONE PROCEDURE DI IRRADIAMENTO E OTTIMO CONTROLLO DELLA DOSE



IMPIANTO DI IRRADIAMENTO GAMMA PER DERRATE ALIMENTARI (PATATE)



IDENTIFICAZIONE DEGLI ALIMENTI IRRADIATI

È necessaria per vari motivi:

- Verificare la conformità con le norme vigenti
- Ottenere il consenso del consumatore
- Facilitare gli scambi internazionali

METODI DI IDENTIFICAZIONE DI ALIMENTI IRRADIATI

Stabiliti dal Comitato Europeo di Normazione

Tabella1. Metodi per la rivelazione del trattamento con radiazioni ionizzanti standardizzati dal CEN

Riferimenti	Tipologie alimentari	Metodi
EN 1784:1996 *	Pollo, maiale e manzo, camembert, avocado, papaya e mango	Gasromatografia degli idrocarburi
EN 1785:1996 *	Pollo e maiale, uova	Gasromatografia/spettrometria di massa dei 2-alchilciclobutanoni
EN 1786:1996 *	Pollo, manzo, trote contenenti osso	Risonanza di spin elettronico dell'idrossiapatite
EN 1787:2000 *	Pistacchi, paprika, fragole	Risonanza di spin elettronico della cellulosa
EN 1788:2001 *	Erbe, spezie, gamberetti, patate, frutta e vegetali	Termoluminescenza
EN 13708:2001	Fichi, mango e papaya secchi, uvetta	Risonanza di spin elettronico degli zuccheri
EN 13783:2001	Erbe e spezie	Conta diretta su filtro in epifluorescenza/conta in piastra
EN 13784 :2001	Vari tipi di carni, semi, frutta secca e spezie	DNA Comet Assay
EN 13751:2002	Erbe, spezie, molluschi e crostacei	Luminescenza stimolata otticamente

*Metodi accettati come metodi Codex

METODI FISICI DI IDENTIFICAZIONE

Tecnica ESR (alimenti contenenti ossa o matrici cristalline)
Permette di rilevare la presenza di radicali liberi stabilmente intrappolati in matrici ossee o cristalline

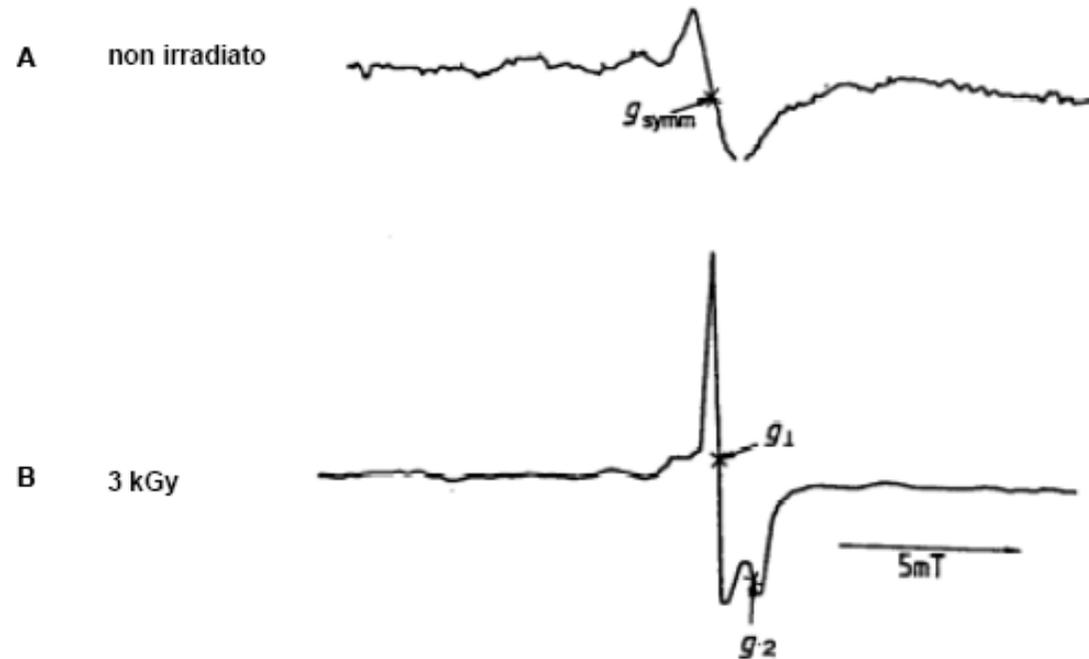


Figura 3. Spettri ESR dell'osso di una coscia di pollo non irradiato (spettro A, campo centrale $350 \text{ mT} \pm 10 \text{ mT}$, Gain $3,2 \times 10^3$) e irradiato con una dose di 3 kGy (spettro B, campo centrale $350 \text{ mT} \pm 10 \text{ mT}$, Gain $1,0 \times 10^5$). (Estratto autorizzato della norma UNI EN 1786 © UNI, Milano)

Tecnica ESR

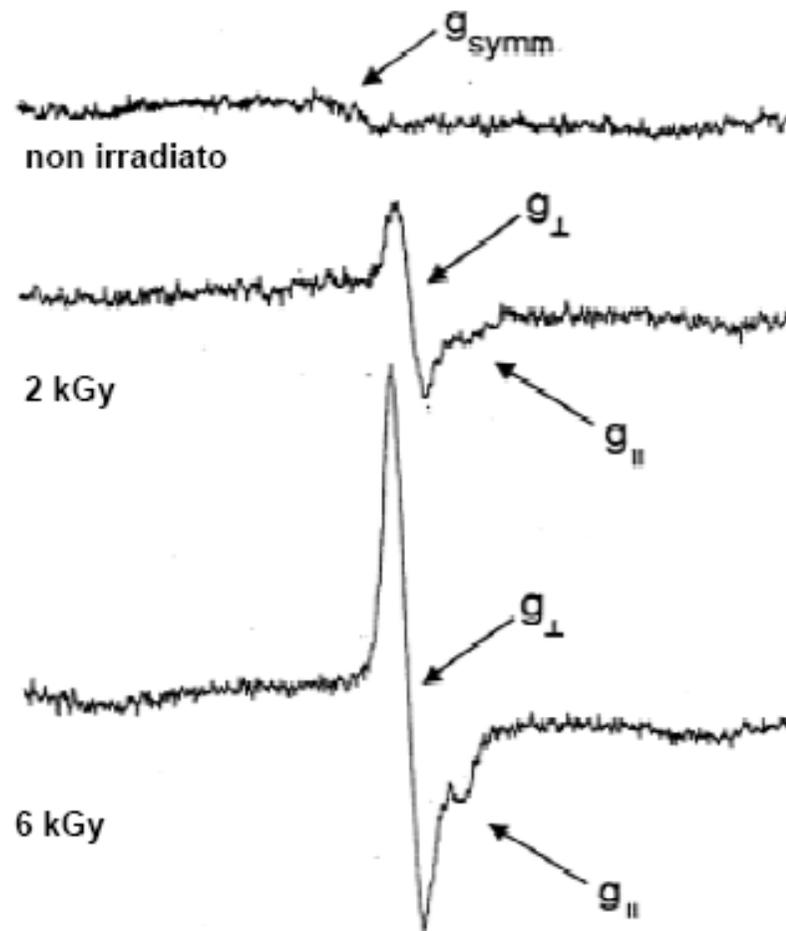
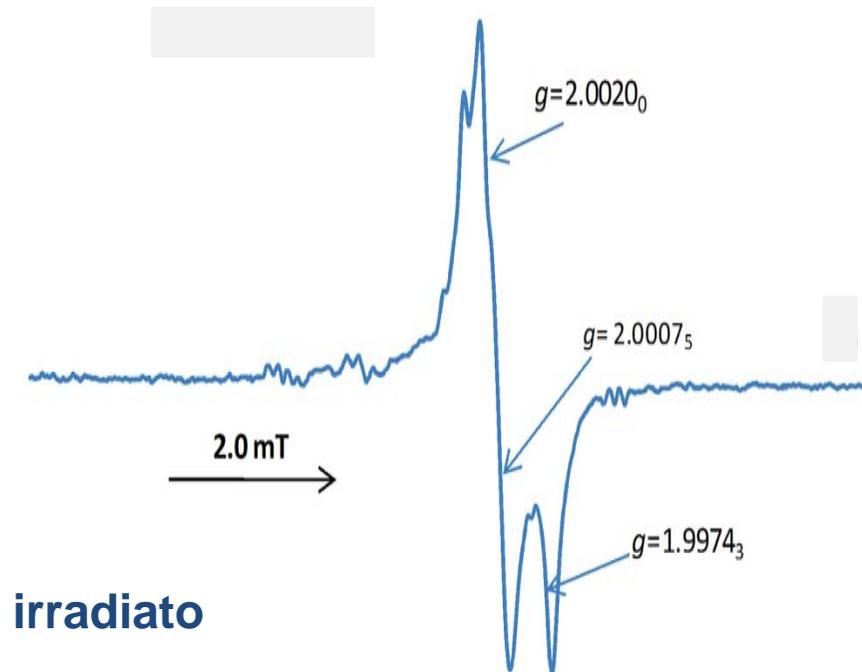
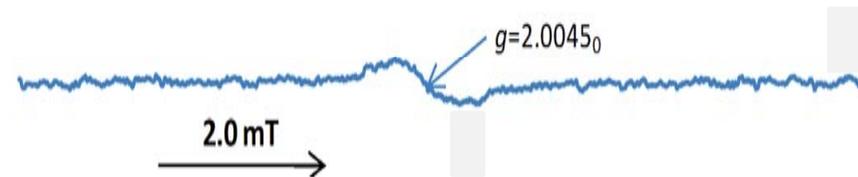


Figura 4. Spettri ESR di lische di trota non irradiate (spettro in alto), irradiate a 2 kGy (spettro intermedio) e a 6 kGy (spettro in basso)

MOLLUSCHI CON GUSCIO



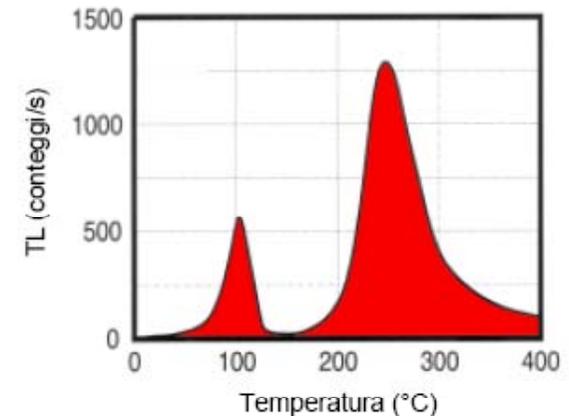
non irradiato



irradiato

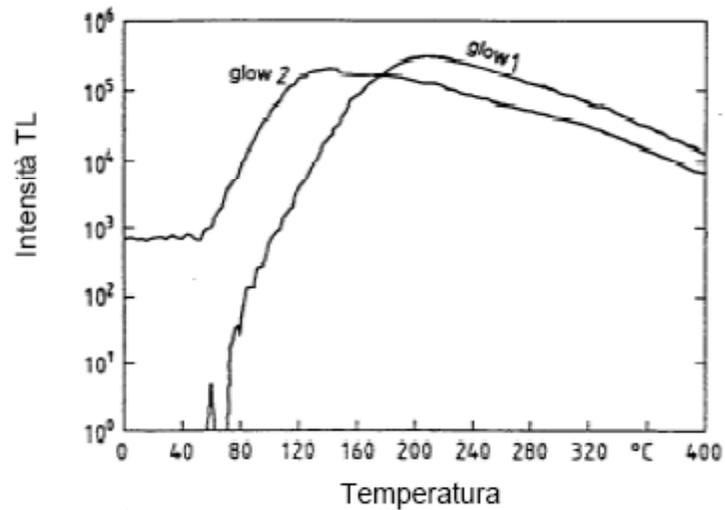
Emissione di luce dovuta alla ricombinazione dei centri di colore (alimenti contenenti silicati o carbonati)

TL (emissione di luce stimolata termicamente)



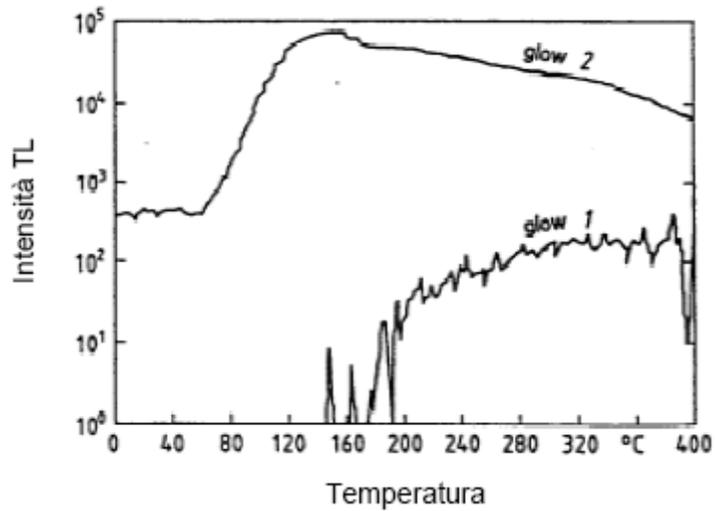
Il metodo si basa sulla misura della luce di termoluminescenza del particolato a base di silicati presente nell'alimento come contaminante. I silicati vengono isolati dall'alimento, principalmente tramite tecniche di separazione per densità, e posizionati su dischetti di acciaio inossidabile per la misura TL (per i dettagli sulla procedura di preparazione del campione e dei parametri da utilizzare per una corretta misura TL si rimanda allo Standard CEN). È importante che il particolato estratto sia il più possibile privo di parti organiche, per non oscurare il segnale TL da questo generato. Si registra, quindi, una prima *glow-curve* del particolato e se ne calcola l'intensità integrata (*glow1*) su un prestabilito intervallo di temperatura.

TL



Glow1 campione

Glow2 campione irradiato con dose nota

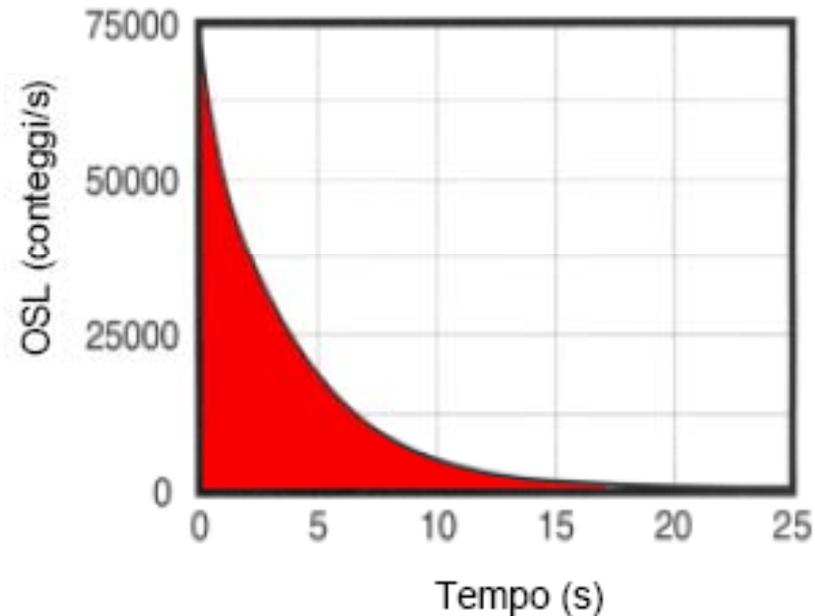


Glow1/Glow2 > 0,1 campione irradiato

Glow1/Glow2 < 0,1 campione non irradiato

Figura 10. Tipico esempio di *glow-curve* per un campione irradiato (in alto) e uno non irradiato (in basso). (Estratto autorizzato della norma UNI EN 1788 © UNI, Milano)

PSL (emissione di luce fotostimolata)



La misura PSL viene effettuata, in generale, su una porzione di campione tal quale, senza necessità di alcuna estrazione (per i dettagli sulla preparazione del campione e sulle condizioni di misura si rimanda allo standard CEN). È questo un grosso vantaggio rispetto ad altre tecniche, in particolare rispetto alla TL dove l'estrazione del particolato costituisce una fase cruciale del metodo. L'unica accortezza riguarda la necessità di selezionare una porzione di alimento non esposta alla luce. La strumentazione necessaria non è eccessivamente costosa e la misura semplice da eseguire. Ciò che si misura è l'intensità dell'emissione luminosa, in termini di conteggi per unità di tempo.

METODI CHIMICI DI IDENTIFICAZIONE

(alimenti contenenti grasso)

I due metodi attualmente riconosciuti dalla Comunità Europea, relativi alla identificazione degli alimenti irradiati contenenti grassi, sfruttano la formazione di idrocarburi e di 2-alchilciclobutanoni:

– *Metodo EN 1784*

Identificazione degli alimenti irradiati contenenti grassi. Analisi gascromatografica degli idrocarburi (Approvazione CEN 05.12.1996).

– *Metodo EN 1785*

Identificazione degli alimenti irradiati contenenti grassi. Analisi dei 2-alchilciclobutanoni per gascromatografia/spettrometria di massa (Approvazione CEN 05.12.1996).

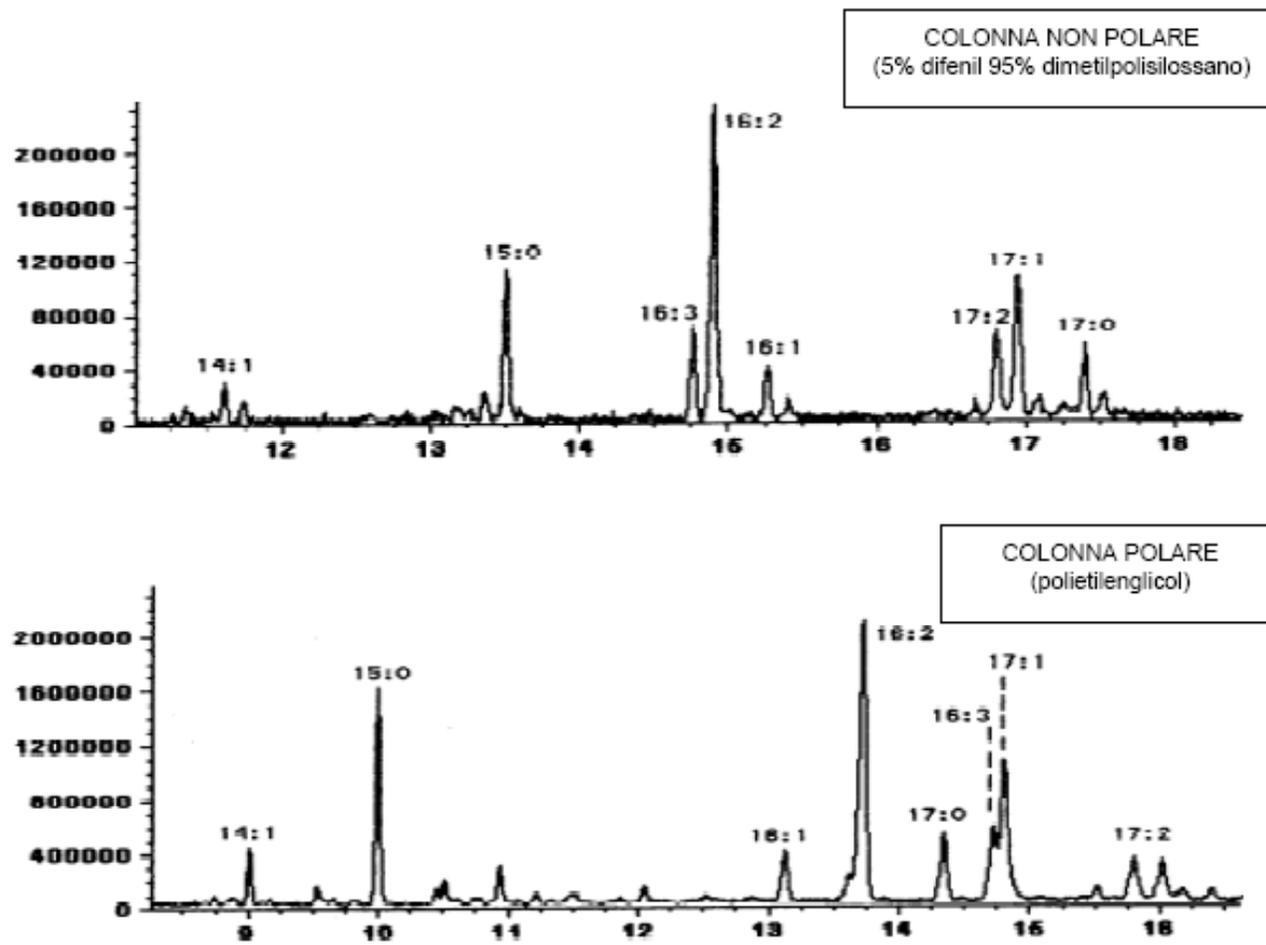


Figura 2. Ordine di eluizione degli idrocarburi su colonne capillari diverse

Un campione viene identificato come irradiato se tutte le coppie di idrocarburi $C_{n-1} / C_{n-2:1}$, previste sulla base della composizione in acidi grassi, sono chiaramente identificabili e nelle proporzioni attese.

RICERCA DEI 2-ALCHILCICLOBUTANONI

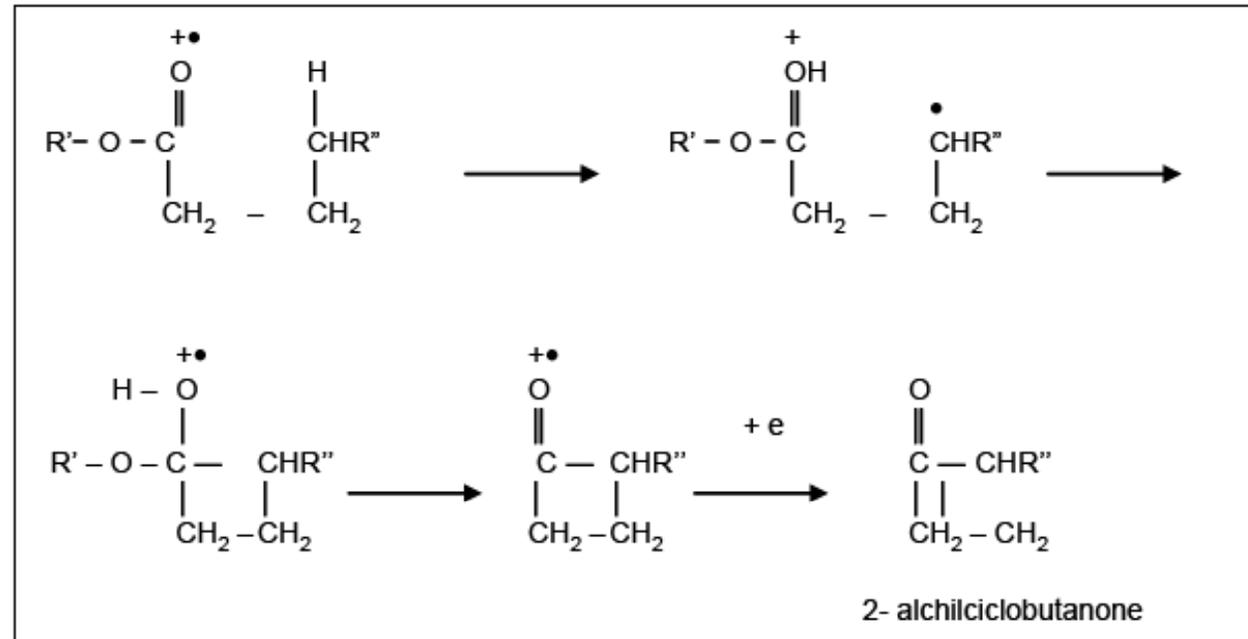


Figura 3. Formazione di alchilciclobutanoni in seguito ad irraggiamento

Schematicamente il metodo consiste in una estrazione della frazione lipidica in Soxhlet con *n*-esano, nell'isolamento degli alchilciclobutanoni mediante cromatografia di adsorbimento e successiva determinazione per gascromatografia/spettrometria di massa.

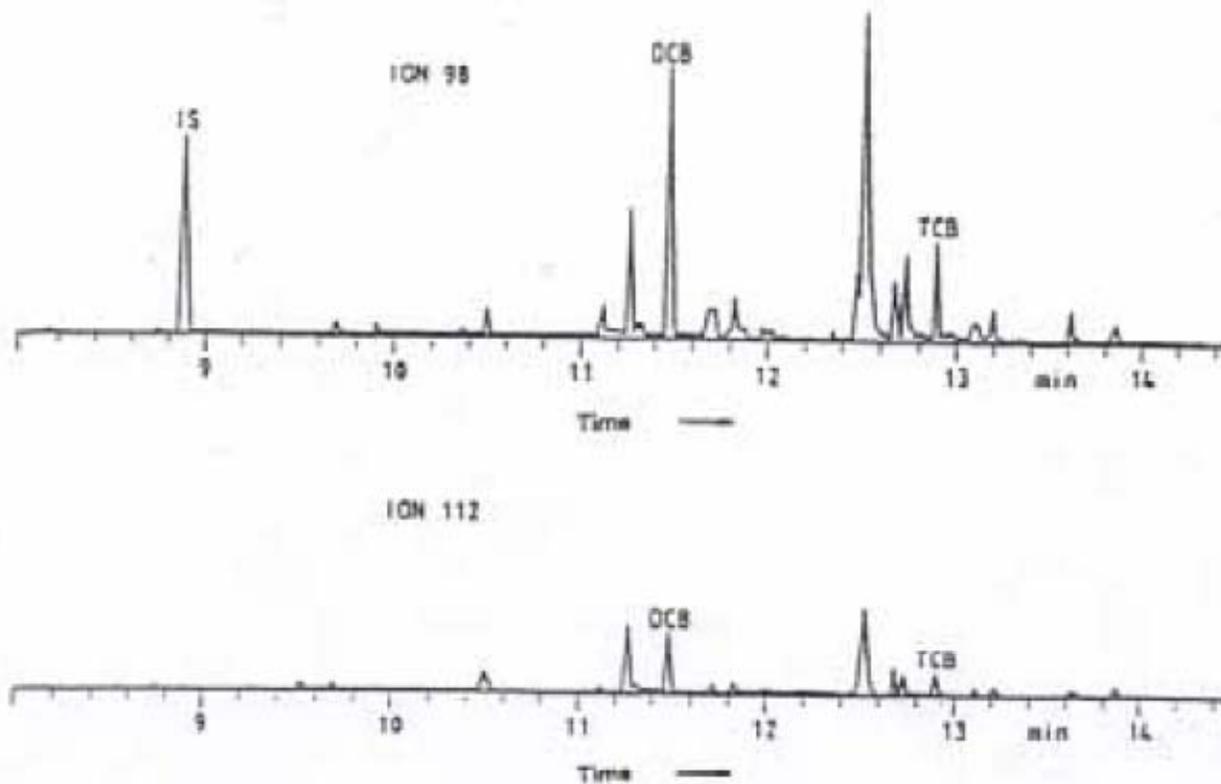


Figura 4. Cromatogramma degli ioni m/z 98 e 112 di carne di pollo irradiata con una dose di circa 4,0 kGy (IS = standard interno, DCB = dodecilciclobutanone, TCB = 2-tetradecilciclobutanone)
(Estratto autorizzato della norma UNI EN 1785 © UNI, Milano)

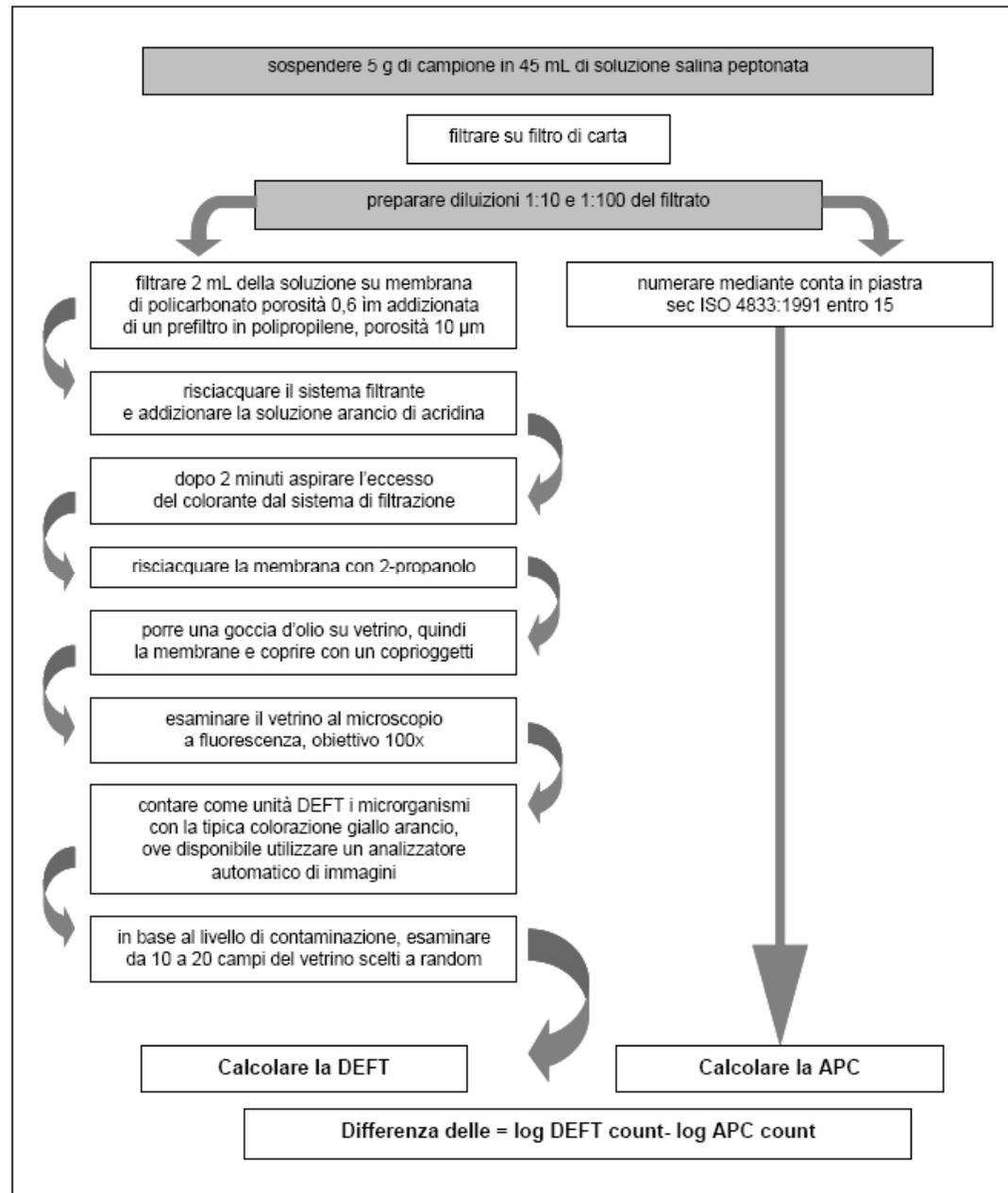
I 2-alcilciclobutanoni sono stati al centro di grosse polemiche perché ritenuti potenzialmente cancerogeni (prove fatte molto discutibili)

METODI MICROBIOLOGICI DI IDENTIFICAZIONE

DEFT/APC (erbe e spezie)

La conta diretta su filtro con microscopio a epifluorescenza (*Direct Epifluorescent Filter Technique*, DEFT) è quella tra le tecniche dirette con colorazione che ha riscosso i maggiori consensi perché 100 volte più sensibile delle altre, fornisce risposte in 30 minuti, non è influenzata da interferenti, può essere automatizzata e mostra una ottima correlazione con i metodi di conteggio standardizzati (12). Tale tecnica è stata messa a punto negli anni '80 presso il *National Institute for Research in Dairying* (Reading UK), per la conta dei microrganismi del latte crudo nell'ambito dei test per il pagamento del latte a qualità e successivamente è stata proposta anche per la determinazione rapida della carica microbica di altri alimenti quali carni, pesce, vegetali freschi o congelati (13), superfici di lavoro (14), manzo e pollame (15), nell'acqua minerale (16), nel prosciutto cotto (17).

In particolare, un gruppo di lavoro coordinato dalla Finlandia e dall'Italia si è occupata della possibilità di utilizzare un metodo microbiologico di screening per il riconoscimento delle spezie disidratate irradiate basato sulla combinazione della tecnica di conteggio su filtro con l'esame al microscopio a fluorescenza (conta DEFT con cui si ottiene il numero totale di microrganismi, compresi quelli inattivi, presenti nel campione) con la conta convenzionale su terreno colturale agarizzato in piastra (APC, che indica invece solo il numero dei microrganismi vivi presenti nel campione dopo un possibile trattamento d'irraggiamento) (19).



DNA Comet Assay (alimenti contenenti DNA)

Il DNA Comet Assay è un metodo di screening rapido è basato sulla elettroforesi di una singola cellula o nucleo per rilevare possibili frammentazioni del DNA presente nelle cellule dell'alimento provocate dal trattamento radiante (1-5). Non è un metodo specifico per le radiazioni, risultati positivi devono essere confermati impiegando un metodo standardizzato che possa convalidare specificatamente il trattamento radiante su quel tipo di alimento, poiché la frammentazione del DNA può essere prodotta anche da altri tipi di trattamento. Tuttavia anche in questi casi è possibile valutare, dalla distribuzione delle comete e dalla loro forma, se l'alimento è stato sottoposto a trattamento radiante.

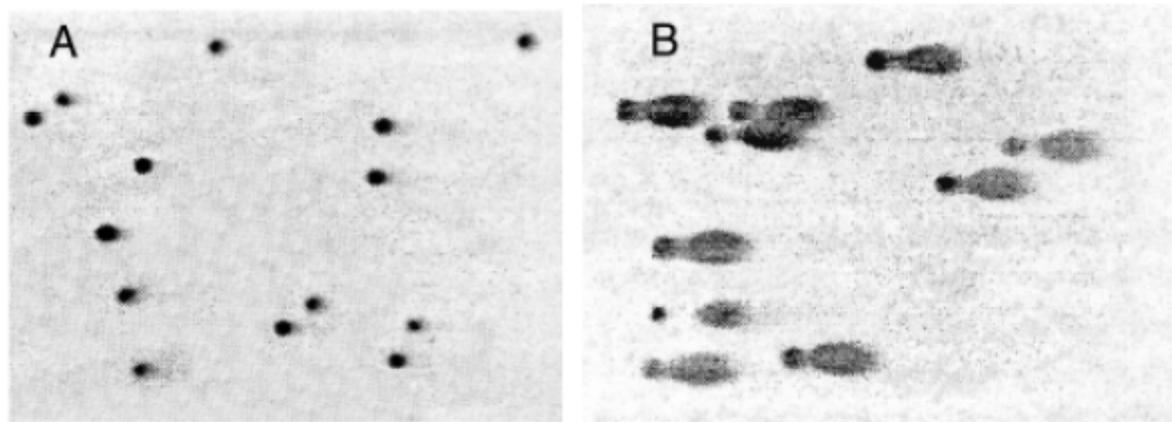


Figura 4. Microfotografia di comete di DNA ottenute da carne di manzo congelata non trattata (A) o trattata (B) con 7 Gy di radiazioni ionizzanti (le comete sono state colorate con il *silver staining*; l'anodo è a destra e l'obiettivo del microscopio impiegato è un 20x (Estratto autorizzato della norma UNI EN 13784 © UNI, Milano)

Tanti metodi diversi per categorie di alimenti (grosso svantaggio) proprio perché le modifiche chimiche indotte dalle radiazioni ionizzanti sono molto piccole e difficili da evidenziare (al momento identificazione qualitativa)

Alimenti che possono essere trattati con le radiazioni ionizzanti in Francia, Olanda, Inghilterra e Belgio

- *origine animale*: pollame
gamberi
pesci e molluschi
cosce di rana
albume d'uovo
caseina
- *origine vegetale*: patate
aglio
cipolle
scalogno
legumi
cereali
gomma arabica
frutta e verdura fresca e secca.

Italia: patate, aglio, cipolle, spezie e erbe aromatiche

Parma, 12 marzo 2005

**Tavola Rotonda su
Radiazioni ionizzanti e alimenti:
tecnologie e mercato; sicurezza e qualità
La partecipazione dei cittadini organizzati**

Referenti

Legambiente Parma

Movimento dei Consumatori-Parma

Movimento dei Consumatori-Venezia (Giulio Labbro Francia)



CAMPAGNA CONTRO L'IRRAGGIAMENTO DEI CIBI



CHE COS'È L'IRRAGGIAMENTO?

L'irraggiamento dei cibi è un trattamento a scopo conservativo con l'utilizzo di radiazioni ionizzanti. In pratica, in appositi impianti, con sistemi di sicurezza pari a quelli nucleari, si allestiscono celle a cui l'alimento, confezionato o alla rinfusa, accede su di un nastro trasportatore. Nella cella di irraggiamento il cibo viene esposto ad un fascio di radiazioni ionizzanti, emesse da elementi radioattivi come il Cobalto 60 o il Cesio 137. Ogni cibo può subire una dose differente di radiazioni, in base alla sua presunta contaminazione (muffe, batteri, insetti), adottando un diverso tempo di esposizione ai raggi. L'irraggiamento è ammesso quasi dappertutto per sterilizzare i contaminanti presenti nelle spezie. In Italia l'irraggiamento è ammesso, oltre che per le spezie, anche per l'aglio, la cipolla e la patata, come antigermogliante. Tuttavia, in Italia, gli impianti programmati per il trattamento con radiazioni ionizzanti non hanno mai avuto l'autorizzazione definitiva ad entrare in funzione. Quindi i rischi di acquistare prodotti trattati vengono dall'estero: Francia, Olanda, Belgio, Stati Uniti, Argentina, Paesi dell'Est, Cina ed altri. Nonostante i numerosi impianti in funzione nel mondo, di etichette che riportano la dicitura "prodotto irraggiato" non se ne sono viste. Infatti, fino a qualche anno fa, non esistevano strumentazioni per scoprire se un cibo era stato irraggiato o meno. Gli operatori scorretti avevano mano libera. La frode attuata, trattando prodotti avariati, altrimenti inutilizzabili, con radiazioni ionizzanti, allo scopo di uccidere qualsiasi organismo o microrganismo ospite, è passata alla cronaca col nome di "Dutching", per l'abitudine di alcuni operatori olandesi di riciclare frutta avariata, trasformandola, dopo averla irraggiata, in "squisite" marmellate.

DA DOVE NASCE LA NECESSITA' DI QUESTA TECNOLOGIA?

Dieci anni fa questo metodo di conservazione fu evitato nei Paesi Sviluppati, grazie anche alla pronta reazione delle organizzazioni di consumatori, ambientaliste e Non Governative, che, dopo una lunga campagna, diede vita alla Food Irradiation Network che nel 1992 ottenne una moratoria sine die.

MA L'ARABA FENICE RISORGE SEMPRE DALLE CENERI

La potente lobby dell'industria nucleare, seppure temporaneamente battuta, non si era certo rassegnata. Nel 1997 riapre la questione e riparte con una forte azione di pressione, prima negli Stati Uniti, dove chiede e nel 1999 ottiene, non solo di estendere l'uso di radiazioni ionizzanti a parecchi altri alimenti, ma ottiene anche di dover dichiarare in etichetta solo i prodotti venduti integri, escludendo quelli destinati ad essere trasformati come ingredienti in un altro prodotto. Al consumatore viene negato il diritto all'informazione e alla libera scelta tra cibo irraggiato e non. I consumatori "non possono rifiutarsi di comprare ciò che non possono identificare.", si dice nell'ambiente degli industriali.

Ma la lobby preme anche a livello di WTO/OMC e di FAO, dove riapre la questione della massima dose consentita (attualmente 10kGy - kiloGray), avviando all'interno del Codex Alimentarius (organismo tecnico della FAO che definisce gli standard di sicurezza degli alimenti) la proce-

CHE COS'È L'IRRAGGIAMENTO?

L'irraggiamento dei cibi è un trattamento a scopo conservativo con l'utilizzo di radiazioni ionizzanti. In pratica, in appositi impianti, con sistemi di sicurezza pari a quelli nucleari, si allestiscono celle a cui l'alimento, confezionato o alla rinfusa, accede su di un nastro trasportatore. Nella cella di irraggiamento il cibo viene esposto ad un fascio di radiazioni ionizzanti, emesse da elementi radioattivi come il Cobalto 60 o il Cesio 137. Ogni cibo può subire una dose differente di radiazioni, in base alla sua presunta contaminazione (muffe, batteri, insetti), adottando un diverso tempo di esposizione ai raggi. L'irraggiamento è ammesso quasi dappertutto per sterilizzare i contaminanti presenti nelle spezie. In Italia l'irraggiamento è ammesso, oltre che

Quindi i rischi di acquistare prodotti trattati vengono dall'estero: Francia, Olanda, Belgio, Stati Uniti, Argentina, Paesi dell'Est, Cina ed altri. Nonostante i numerosi impianti in funzione nel mondo, di etichette che riportano la dicitura "prodotto irraggiato" non se ne sono viste. Infatti, fino a qualche anno fa, non esistevano strumentazioni per scoprire se un cibo era stato irraggiato o meno. Gli operatori scorretti avevano mano libera. La frode attuata, trattando prodotti avariati, altrimenti inutilizzabili, con radiazioni ionizzanti, allo scopo di uccidere qualsiasi organismo o microrganismo ospite, è passata alla cronaca col nome di "Dutching", per l'abitudine di alcuni operatori olandesi di riciclare frutta avariata, trasformandola, dopo averla irraggiata, in "squisite" marmellate.

I CIBI IRRAGGIATI SONO SICURI?

Nessuno può dirlo con sicurezza, e da vent'anni a questa parte non sono praticamente stati effettuati esperimenti che possano dare risposte definitive. I governi e l'industria agro-alimentare stanno mettendo a rischio la salute pubblica. Numerosi problemi a livello fisico sono stati riscontrati sugli animali alimentati con mangimi irraggiati. Inoltre, l'irraggiamento distrugge le vitamine A, C ed E, ed il complesso delle vitamine B, e dà luogo a composti chimici che potrebbero essere cancerogeni o causare difetti genetici.

DIECI RAGIONI PER DIRE NO ALL'IRRAGGIAMENTO DEI CIBI

1. Nei cibi trattati con l'irraggiamento si determina una grave perdita di vitamine, acidi grassi essenziali e ed altre sostanze nutritive. Ad esempio, i livelli di vitamina E possono ridursi del 25%, e la vitamina C dal 5 al 10%. A ciò si aggiungono perdite ulteriori di principi nutritivi dovute all'allungamento del periodo di conservazione.

2. L'irraggiamento non elimina solo i batteri, ma sconvolge la composizione chimica di tutto ciò che va a colpire. Uno degli effetti collaterali è la formazione di radioliti, composti chimici che non esistono naturalmente negli alimenti e sulla cui sicurezza sappiamo molto poco. Ad esempio, negli acidi grassi delle uova irraggiate si possono formare idrocarburi, alcuni dei quali possono dare origine ad allergie, mentre altri sono noti come cancerogeni.

3. L'irraggiamento non elimina i virus. Studi recenti dimostrano inoltre che alcuni batteri possono sviluppare una resistenza all'irraggiamento, con la conseguente necessità di aumentare le dosi. Come si è verificato con l'uso di pesticidi e antibiotici, non si possono escludere lo sviluppo di super-batteri.
4. L'irraggiamento viene spesso usato per mascherare condizioni igieniche inadeguate negli impianti di macellazione, dove la carne viene contaminata da escrementi e fluidi corporali degli animali macellati.
5. L'irraggiamento rende sterili le sostanze contaminanti come insetti ed escrementi, ma non le elimina dagli alimenti.
6. L'irraggiamento è una porta aperta all'industria del nucleare. Gli impianti che attualmente usano Cobalto 60 potrebbero presto passare al Cesio 137, riciclando un tipo di scoria altamente radioattiva e instabile.

10. L'irraggiamento è stato autorizzato ancora prima che gli stati Membri si siano attrezzati per un efficace controllo. L'attuale inadeguatezza dei controlli igienico-sanitari rischia di aggravarsi sotto il peso di nuovi compiti per un sistema di controllo che, soprattutto in Italia, ha bisogno di investimenti in termini di attrezzature e risorse umane. La profonda contrazione finanziaria in atto nel bilancio sanitario nazionale ci fa presagire che di nuovo il consumatore dovrà affidarsi alla buona sorte. Come stiamo subendo adesso, continueremo a subire i comportamenti scorretti di quelle imprese che introducono nel Mercato dell'Unione Europea prodotti irraggiati senza nessuna dichiarazione in etichetta. Tutte le spezie sono autorizzate al trattamento in quasi tutti i Paesi. Forse qualcuno ha mai avuto la fortuna di vedere una confezione di spezie con la dicitura "trattato con radiazioni ionizzanti"?

A MONTE DELL'IRRADIAMENTO DEGLI ALIMENTI

Controllo degli insetti dannosi per
l'agricoltura
(in alternativa agli insetticidi)

Consiste nell'allevamento massivo della specie che si vuole controllare. Sterilizzazione dei maschi con le radiazioni ionizzanti e loro liberazione periodica nell'ambiente. I maschi sterili sono sessualmente competitivi con i maschi fertili, ma le uove prodotte non si schiudono

**In questo modo si agisce solo sugli
insetti dannosi preservando gli
insetti utili**

**Metodo usato con successo per controllare lo
sviluppo della mosca carnaria (nelle zone
tropicali) e della mosca tzé-tzé (nelle zone
tropicali e in Africa)**

**Trattamenti appoggiati dalle Organizzazioni
Mondiali della Sanità e IAEA**

Il malato **Italia**

La situazione ambientale nel nostro Paese vista dal famoso e poliedrico etologo

Intervista al Prof. Giorgio Celli
di Antonella Ciana

La primavera è inoltrata e l'estate è ormai alle porte, con il suo carico di attesa di vacanze, natura e relax. Estate e primavera, però, sebbene stagioni piacevoli, evidenziano maggiormente i problemi della nostra bella Terra, spesso provocati dalla cattiva gestione di chi la abita. Per molti di noi la primavera è sinonimo di allergie che sono aggravate dall'inquinamento, o di raffreddori causati da insoliti sbalzi climatici; l'estate ci fa correre verso mari e spiagge che ritroviamo ogni volta un po' meno "vivi", senza contare la temibile zanzara tigre, incubo che popola le nostre calde serate estive... Insomma, cosa sta succedendo veramente? Fa tutto parte di una



normale evoluzione del Pianeta oppure è un po' anche colpa nostra? E cosa ci attende, non soltanto questa estate ma anche nel futuro dei nostri figli e nipoti? Giorgio Celli, il famoso e poliedrico etologo, ecologo e studioso di entomologia in relazione all'ambiente, ha risposto con chiarezza agli interrogativi più frequenti.

Professor Celli, cosa ci può dire sulla situazione ecologica italiana in questo periodo così complesso?

La situazione ecologica nel nostro Paese non è molto peggiorata rispetto a qualche anno fa, direi che è abbastanza stabile. Tuttavia non è promettente: siamo di fronte a un fenomeno che a oggi è il più importante e che non investe solo l'Italia, cioè quello del mutamento climatico. La situazione dell'atmosfera e delle meteore connesse all'aumento di

temperatura sta diventando veramente preoccupante: l'incremento della temperatura è dovuto al fatto che noi bruciamo i combustibili fossili. Per fare un esempio, la temperatura nel secolo passato è cresciuta di un grado o poco più, ma si prevede che continuando così crescerà di diversi gradi nei prossimi secoli, con sconvolgimenti notevoli.

Di che tipo potrebbero essere le variazioni ambientali?

Intanto di origine geologica: i ghiacci polari si stanno già sciogliendo, e il mare crescerà di livello, per cui città (come Venezia) o nazioni (come l'Olanda) andranno sott'acqua. Poi moltissime malattie si sposteranno dalle zone dove il clima le favorisce (ad esempio tutte le malattie africane): il fatto che da noi si sia presentata in maniera così imponente la zanzara tigre, che viene dall'Estremo



"gestione ecologica delle aree turistiche della fascia costiera emiliano-romagnola": come stanno i mari?

Beh i mari... Non si sa bene cosa succederà, perché il mare, pur ammettendo che rispetto al passato ci sia un certo miglioramento, tuttavia di recente ci ha dato motivi di forte preoccupazione. Il miglioramento, peraltro, consiste anche nel fatto che non si dice più quando muoiono i pesci...! Io personalmente ho visto la moria dei pesci a Cervia: li portavano via a camion, e poi finivano nei ristoranti. D'altra parte non erano ammalati, erano solamente soffocati, per colpa delle sostanze organiche ossidate che han mangiato tutto l'ossigeno. Il problema che ora si sta diffondendo è quello dell'"alga assassina", la *Caulerpa taxifolia*: si tratta di



un'alga tropicale, dunque il fatto che si sia acclimatata nel Mediterraneo è una conferma in più degli sconvolgimenti climatici in corso. Inoltre, è molto tossica (è in grado di distruggere la vegetazione sottomarina tra i 3 e i 30 metri di profondità) e pericolosamente infestante, impossibile da sradicare. Pare sia "sfuggita" dall'acquario di Monaco, dove viene utilizzata come elemento decorativo perché mette in evidenza i colori dei pesci tropicali.

Le spiagge, almeno, stanno bene?

Sono sempre più erose, non c'è più

niente sulla spiaggia. Per capire qual è la situazione del mare, del resto, basta camminare sulle spiagge alla mattina presto: un tempo su quelle spiagge sentivi scricchiolare un'infinità di valve, di molluschi, di conchiglie sotto i piedi... Adesso ci sono delle mattine in cui non si sente quasi nulla. È come se fosse morta. Da questa moria in corso noi ci difendiamo un po', perché abbiamo dei complessi sanitari, abbiamo studi, e quindi la vita media cresce ugualmente: ma che vita faremo?

Anche il progetto "Ape-indicatore biologico dei pesticidi e del piombo in città" è suo: ce lo spiega?

L'ape è un insetto per certi aspetti meraviglioso, nel senso che è l'unico animale di cui siamo certi che condivide con noi l'uso di un linguaggio, che nel suo caso è gestuale (la danza), perché contiene dei segni e non, semplicemente, dei segnali. Le compagne a cui l'ape rivolge la danza devono infatti interpretare la danza, non semplicemente fare qualcosa, come un uccello che fugge perché l'altro ha lanciato un grido di avvertimento... L'ape fa una danza sul favo e il numero dei giri indica la distanza dei fiori, quindi chi vede deve fare un calcolo... Inoltre, l'ape è un insetto che frequenta il territorio riccamente (può volare anche a distanze di 10 km), per cui abbiamo pensato di vedere cosa ci riporta dai suoi percorsi: preleva polline e nettare dai fiori, acqua dai fossi, poi può prelevare anche dagli alberi una specie di sostanza collante che si chiama propoli, di cui si serve per stuccare l'interno dell'alveare; inoltre, nelle sue trachee entra l'aria che, in caso di inquinamento atmosferico, in qualche modo lascia tracce di corpuscoli che vi si impigliano. Ecco perché abbiamo pensato che ci potesse portare delle "notizie dal territorio",

ovvero gli inquinanti che ci porta. Noi, poi, analizziamo i materiali che le api ci riportano, sicché le api sono a tutti gli effetti un sensore viaggiante. Questo ci ha permesso anche di indicare al Ministero della Sanità alcune molecole dannose alle stesse api. Senza contare l'aiuto che questi preziosi insetti danno alla palinologia (scienza che classifica tutti i pollini), perché ogni granello di polline delle piante ha una forma diversa, il che ci permette, ad esempio, di poter affermare che l'Europa nell'era del Pleistocene era piena di boschi che hanno lasciato pollini fossili. In questa fase stiamo cercando di vedere se le api ci riportano i pesticidi, il benzene, oppure le polveri sottili.

Sempre a proposito di insetti, l'estate ci porta anche le zanzare... Lei ha parte attiva in un altro importante progetto: di cosa si tratta?

E' vero, io ho anche un'équipe che studia le zanzare, in particolare sulla zanzara tigre è in svolgimento un progetto che si chiama "autocidio" e che sta dando risultati molto incoraggianti. L'autocidio si basa, diciamo, su un "inganno sessuale" perpetrato ai danni delle zanzare femmine (dato che sono loro, riconoscibili dalle striature bianche, a molestarci): consiste nell'allevare grandi masse di maschi di zanzara tigre in laboratorio, poi nel liberarli nell'ambiente dopo averli sterilizzati con una bomba al cobalto, cioè con raggi gamma. Accoppiandosi con le femmine selvatiche, i maschi sterili portano alla posa di uova che non si schiudono, interrompendo così il ciclo riproduttivo. La messa a punto della nuova strategia d'intervento può dunque contribuire a combattere efficacemente la diffusione della presenza del fastidioso insetto, che in estate risulta superare la soglia del disagio nel 40% del territorio cittadino. ●



*Facts
about* **food** 
irradiation

A series of Fact Sheets from the International Consultative Group on Food Irradiation



For further information contact:

Head

Food and Environmental Protection Section
Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture
International Atomic Energy Agency

Wagramer Strasse 5, P.O.Box 100, A-1400 Vienna, Austria
Telex:112645, Cable:INATOM VIENNA, Facsimile: (+43 1) 26007
Telephone:(+43 1) 2600-21640, E-Mail: Official.Mail@iaea.org
Also visit ICGFI-Web Page (<http://www.iaea.org/icgfi/>)

Funds for graphic design of this document for the International
Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI), Vienna, Austria,
provided by
PURIDEC Irradiation Technology,
6 Chiltern Court, Asheridge Road, CHESHAM, Buckinghamshire,
England HP5 2 PX

Design: WorldLinks/Vienna
Illustrations: Camilo Melgar

© 1999 International Consultative Group on Food Irradiation