

Radiazioni ionizzanti impiegate come metodo di conservazione degli alimenti

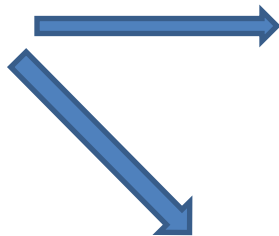
L'umanità, nel corso della sua storia, ha sperimentato e applicato differenti sistemi per prevenire il deterioramento degli alimenti.

CHIMICI



Additivi (Antiossidanti,
Antimicrobici.....)

FISICI



Calore:

pastorizzazione, sterilizzazione,
disidratazione

Freddo:

refrigerazione, congelamento.....

Radiazioni: raggi X e gamma



Cosa è l'irraggiamento dei cibi?

Nuova tecnologia che ha lo scopo di assicurare la sicurezza e la qualità igienica degli alimenti

Già adoperata per la sterilizzazione di:

- Dispositivi medici, impianti
- Materiali di confezionamento e tappi di sughero
- cosmetici

APPLICAZIONI

- Inibizione della germogliazione dei tuberi e dei bulbi (patate, cipolle, aglio).
- Riduzione della carica microbica di batteri saprofiti ed eliminare i germi patogeni in carni, pollame e pesci freschi aumentandone i tempi di conservazione.
- Inattivazione dei batteri patogeni in prodotti deperibili e in alimenti congelati.
- Inattivazione degli insetti infestanti, inclusi gli stati larvali e i parassiti (cereali, riso, alcuni frutti e alcune verdure).

Applicazioni



- E' utilizzata al posto della fumigazione chimica su: cacao, caffè, erbe aromatiche e spezie, e per l'eliminazione di particolari batteri che provocano il rapido deterioramento organolettico soprattutto in cibi delicati (frutti di mare freschi e la frutta a polpa tenera), ma non è estendibile indiscriminatamente a tutti gli alimenti a causa delle variazioni di colore o di sapore che può avere su particolari cibi.
- In base al dosaggio si evidenzia una differente perdita di determinate componenti nutrizionali (soprattutto vitamine): più precisamente un dosaggio basso o medio comprometterà poco l'alimento, la perdita sarà comparabile a trattamenti quali la liofilizzazione o l'inscatolamento, mentre un dosaggio elevato di radiazioni ionizzanti causerà una vera e propria sterilizzazione.
- **E' possibile inoltre combinare il trattamento radiante con altre metodologie di conservazione, come il freddo o il confezionamento in atmosfera di gas controllato.**

Storia

- **1920** – Scoperta che l'irraggiamento poteva essere usato per conservare gli alimenti
- Dopo un forte interessamento iniziale che, tra il **1945** e il **1965**, ha stimolato la ricerca nel settore, gli studi sull'applicabilità di questa tecnica si sono fortemente diradati, principalmente a causa dello scetticismo e anche dell'avversione nei confronti di questo tipo di trattamento, principalmente da parte dei consumatori.
- **1943** – Utilizzato per la prima volta negli USA per sterilizzare gli hamburger.
- **1957** – Primo uso commerciale per uccidere insetti e uova nelle spezie in Germania
- **1980** – l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha espresso opinione favorevole relativa alla sicurezza nutrizionale, tossicologica e microbiologica degli alimenti trattati e da allora il trattamento con radiazioni ionizzanti ha finito per essere adottato in un numero sempre maggiore di Paesi e per diverse tipologie alimentari.

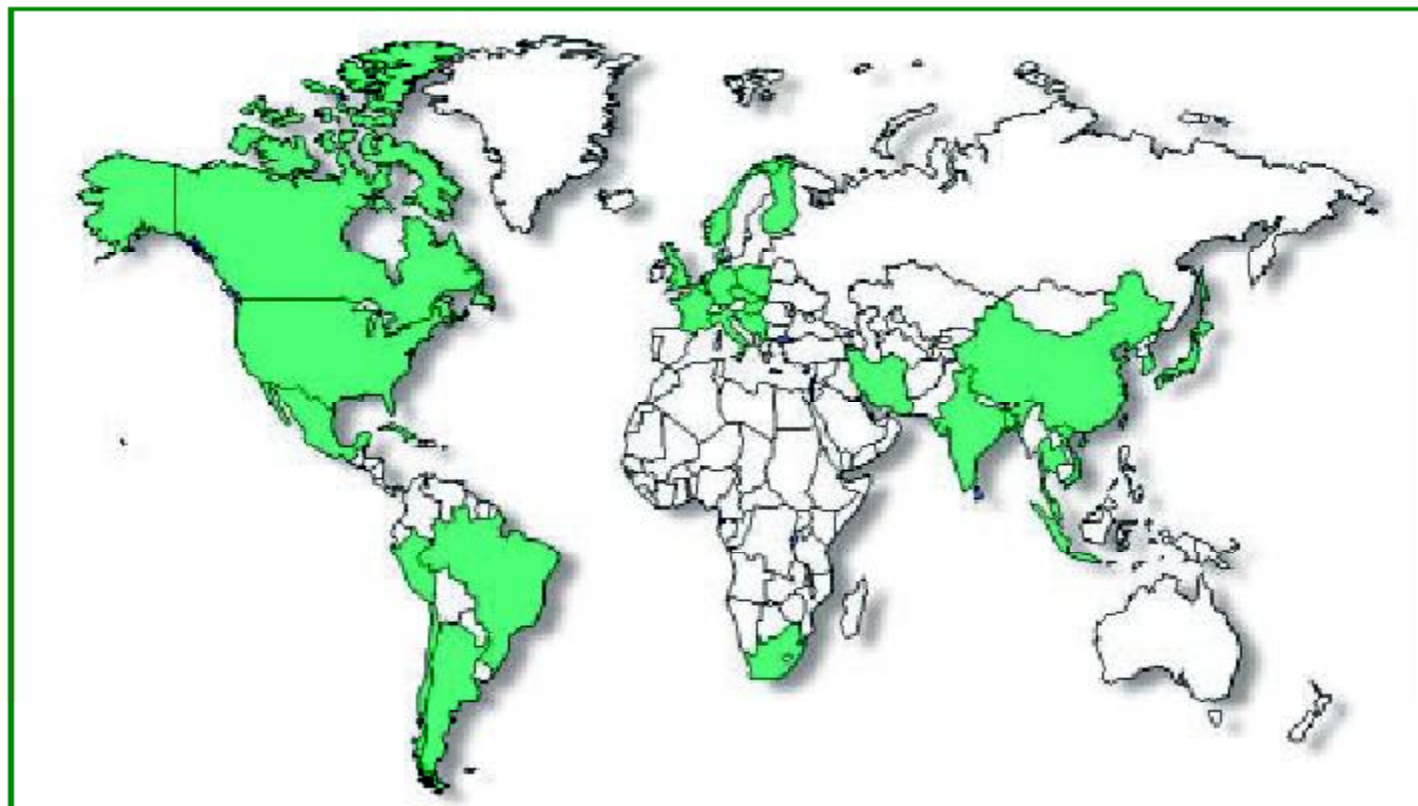
Storia

- **1981** – pubblicazione delle conclusioni scaturite da un comitato congiunto dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura, l'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica e l'Organizzazione Mondiale della Sanità (FAO/AIEA/OMS), che ha affermato che l'irraggiamento delle derrate alimentari non presenta problemi di natura tossicologica, nutrizionale e microbiologica fino a una dose di radiazione di 10 kGy, questo è giustificato dal dato che tali radiazioni non sono assorbite dal cibo
- **1997** – Il Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food nel **1988** e il Joint FAO/IAEA/WHO Study Group nel 1997 hanno convenuto che gli studi tossicologici disponibili non indicano alcun effetto avverso prodotto dal consumo di alimenti trattati, sia con basse che con alte dosi di radiazioni ionizzanti.

E' opportuno fare differenza tra gli **alimenti irradiati** e quelli **radioattivi**. I primi sono esposti volontariamente dall'uomo, a delle radiazioni, per bloccare la germogliazione o distruggere i batteri, e le radiazioni cessano istantaneamente il loro effetto nello stesso momento in cui s'interrompe la sorgente che le produce (come succede per il microonde). I secondi sono stati oggetto di esposizione incontrollata, non voluta e cercata dall'uomo e dunque fonte pericolosa per la salute.



Molti Paesi irraggiano i loro alimenti...



 Countries which apply food irradiation for commercial purposes

 Do not yet apply food irradiation

Cibi che possono essere irraggiati negli Stati Uniti d'America

Prodotto	Dose (KGy)	Scopo del trattamento
Frumento, farina di frumento	0,2-0,5	Disinfestazione dagli insetti
Patate	0,05-0,15	Antigermogliazione
Carne di maiale	0,3-1	Controllo <i>Trichinella spiralis</i>
Enzimi disidratati	massimo 10	Controllo microbiologico
Frutta	massimo 1	Disinfestazione e ritardo della maturazione
Vegetali freschi	massimo 1	Disinfestazione
Erbe e spezie e condimenti vegetali	massimo 30	Controllo microbiologico
Carne di pollo fresca o congelata	massimo 3	Controllo microbiologico
Carne congelata confezionata*	minimo 44	Sterilizzazione
Carne cruda refrigerata	massimo 4,5	Controllo microbiologico
Carne cruda congelata	massimo 7	Controllo microbiologico

* utilizzata solo nei programmi di volo spaziali

Elenco dei prodotti autorizzati in Europa

Nazione	Tipologie alimentari
Belgio	Patate, cipolle, aglio, scalogno, pollame, cosce di rana e gamberi surgelati, albume d'uovo
Francia	Piante aromatiche surgelate, cipolle, aglio, scalogno, frutta e verdura secca, fiocchi e germi di cereali, farina di riso, gomma arabica, pollame, cosce di rana e gamberi surgelati, albume d'uovo, caseina e caseinati
Italia	Patate, aglio, cipolle
Paesi Bassi	Legumi, frutta e verdura secca, fiocchi di cereali, gomma arabica, cosce di rana
Regno Unito	Patate, cipolle, aglio, scalogno, legumi, frutta e verdura fresca e secca (inclusi funghi e pomodori), cereali, pollame, pesci e molluschi

Sul piano internazionale questo trattamento è particolarmente diffuso soprattutto sui prodotti a base di carne di pollo per combattere e eliminare la Salmonella e una serie di microrganismi patogeni per l'uomo.

Nello specifico, in America l'irradiazione è utilizzata anche sulla carne rossa nella lotta contro la tossinfezione da Escherichia coli.

E in Italia?

Il DM 30/08/1973 permette l'uso delle radiazioni gamma, liberate dalla disintegrazione di alcuni isotopi del cobalto e del cesio, solo al fine di bloccare la germinazione.

Situazione in Europa

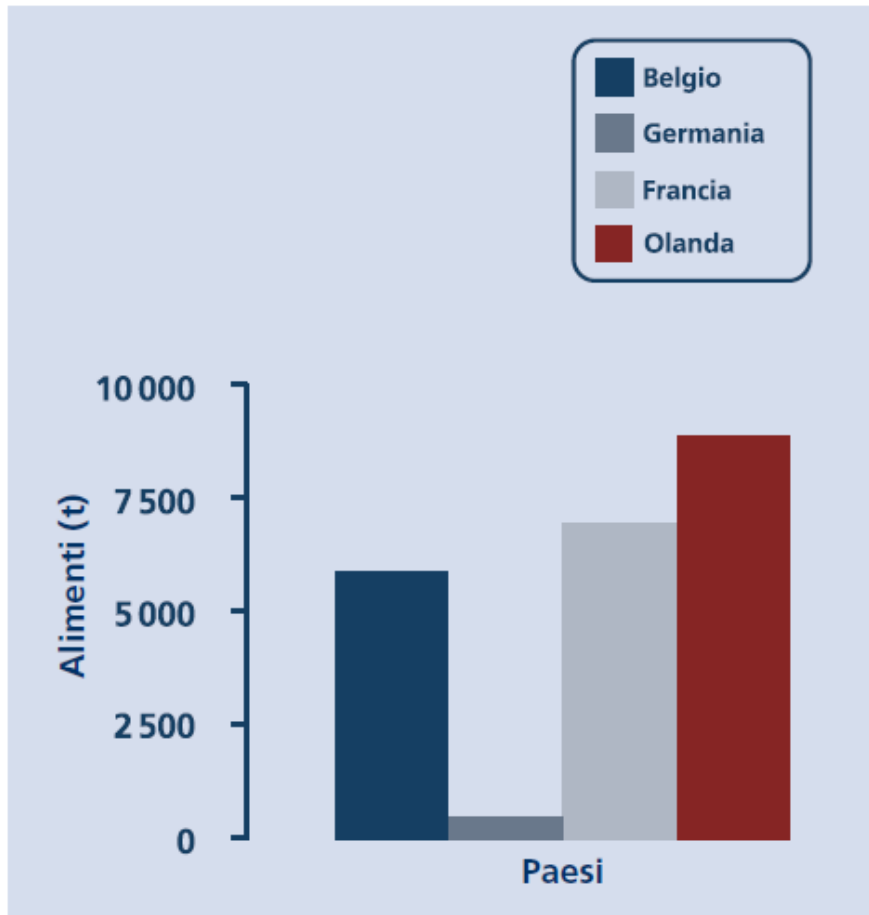


Figura 2 - Quantità di alimenti, espressi in tonnellate, irradiati nel 2001 nei Paesi dell'Unione Europea

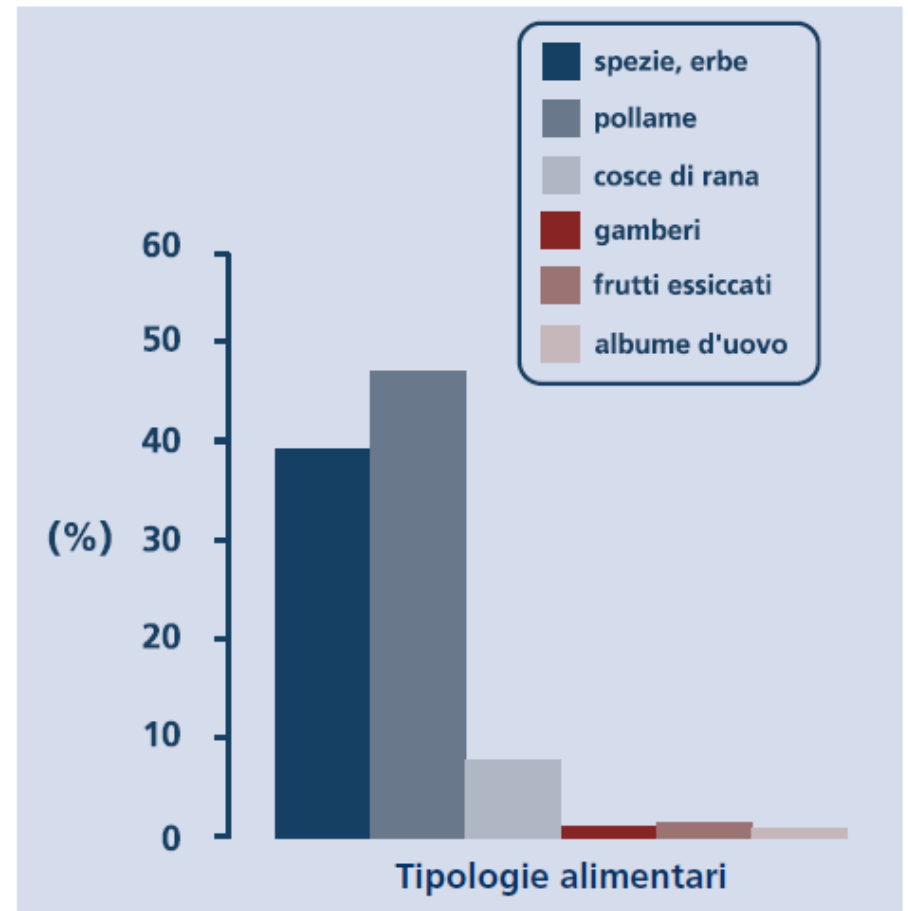


Figura 3 - Tipologie alimentari sottoposte a trattamento con radiazioni ionizzanti nel 2001 nei Paesi dell'Unione Europea

Le radiazioni ionizzanti

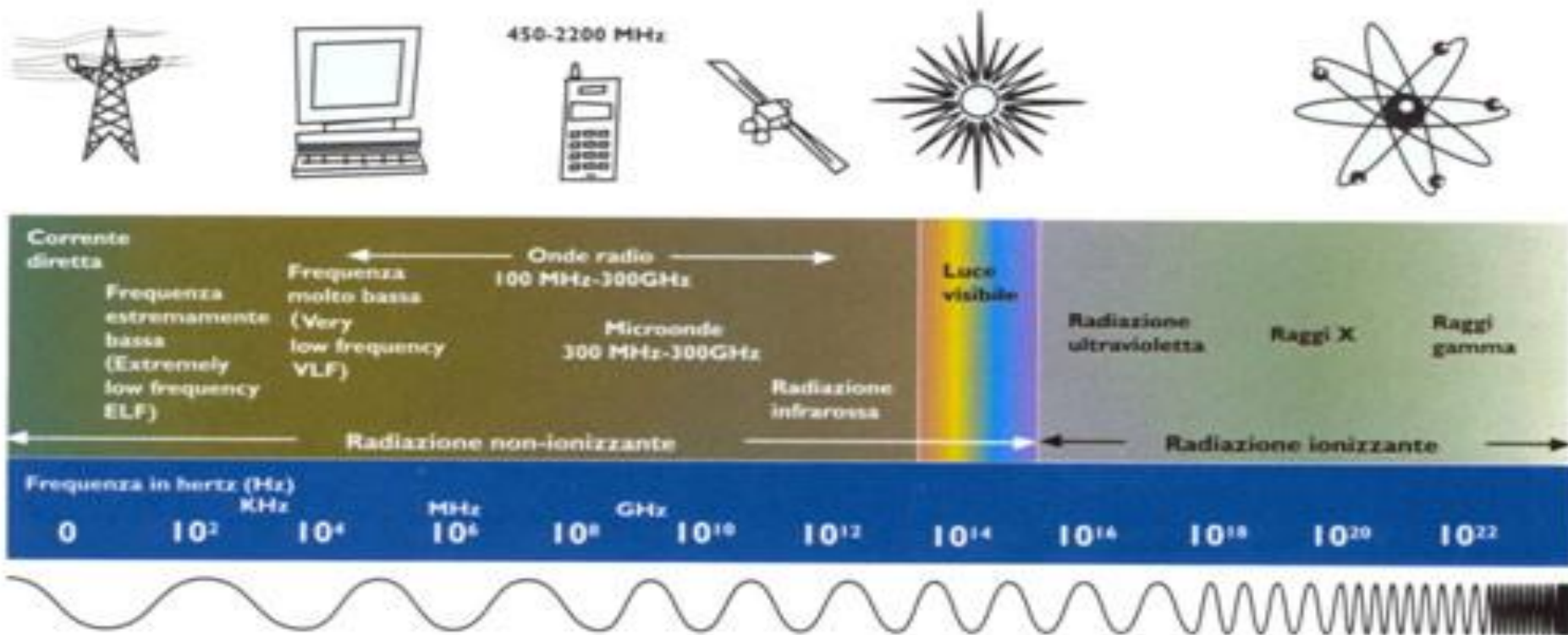
sono **particelle e onde elettromagnetiche** dotate di elevato contenuto energetico, in grado di rompere i legami atomici del corpo urtato e **caricare elettricamente atomi e molecole** ionizzandoli

Con la denominazione *radiazioni ionizzanti* si identifica il passaggio nella materia di particelle (corpuscoli) o fotoni con conseguente ionizzazione della stessa. Il processo di ionizzazione è dovuto alla cessione di energia da parte della radiazione alla materia mentre la attraversa.

La definizione delle **Radiazioni Ionizzanti** fa riferimento all'effetto che producono sulla materia. La loro natura fisica può essere tuttavia molto diversa:



Tipologia di sorgenti



La capacità di ionizzare e di penetrare all'interno della materia dipende dall'energia e dal tipo di radiazione emessa, e dalla composizione e dallo spessore del materiale attraversato.

Sorgenti di Irradiazione

- **Raggi gamma:**

Radiazioni elettromagnetiche ad altissima frequenza (fotoni emessi per eccitazione all'interno del nucleo o all'interno dell'atomo) prodotte dal decadimento di nuclei radioattivi, emessi dal cesio-137 o dal cobalto-60.

Penetrano in profondità, rendendo possibile il trattamento di grosse quantità di prodotti che vengono introdotti in camere dotate di spessa schermatura.

- **Raggi X:**

Onde elettromagnetiche ad altissima frequenza, prodotte quando un fascio elettronico incide su un sottile foglio di metallo.

Effetto e **potere di penetrazione simile a quello dei raggi gamma.**



- **Irradiazione con fasci di elettroni o raggi beta:**

Fascio di elettroni ad alta energia accelerati ad alta velocità da acceleratori di elettroni.

Meno penetranti; **diffondono nei prodotti alimentari solo per pochi centimetri**; utilizzati per alimenti confezionati che presentino al massimo uno spessore di 8-10cm ed una densità non superiore a 1g/cm³.

Le radiazioni beta (elettroni) sono **più penetranti rispetto a quelle alfa** (circa un metro in aria e un cm sulla pelle, possono essere fermate da sottili spessori di metallo, come un foglio di alluminio, o da una tavoletta di legno di pochi centimetri).

- Le **radiazioni alfa** (*aggregati di particelle elementari, costituite da particelle formate da 2 protoni + 2 neutroni, in pratica nuclei di elio*) possiedono un'**elevata capacità ionizzante** e una **limitata capacità di diffusione in aria**, possono essere bloccate con un foglio di carta o un guanto di gomma. Sono pericolose per l'organismo se si ingeriscono o si inalano sostanze in grado di produrle.

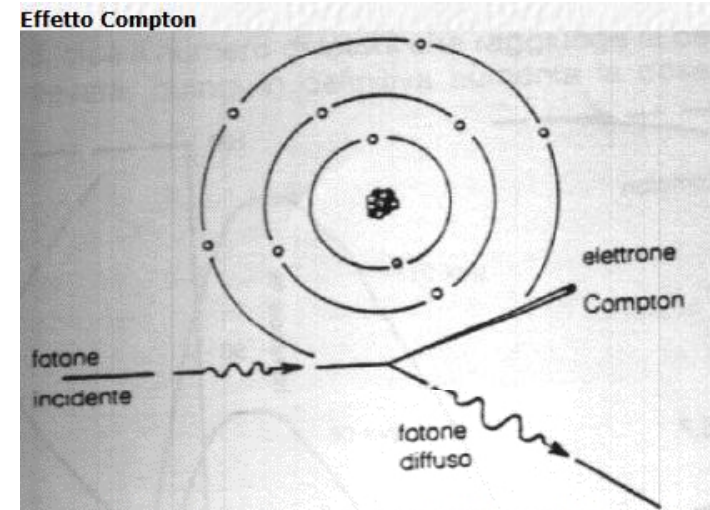


Con il termine ionizzazione si intende quindi la separazione di un elettrone dall'atomo a cui appartiene

Il meccanismo d'azione si basa sul
“principio di diffusione di Compton”

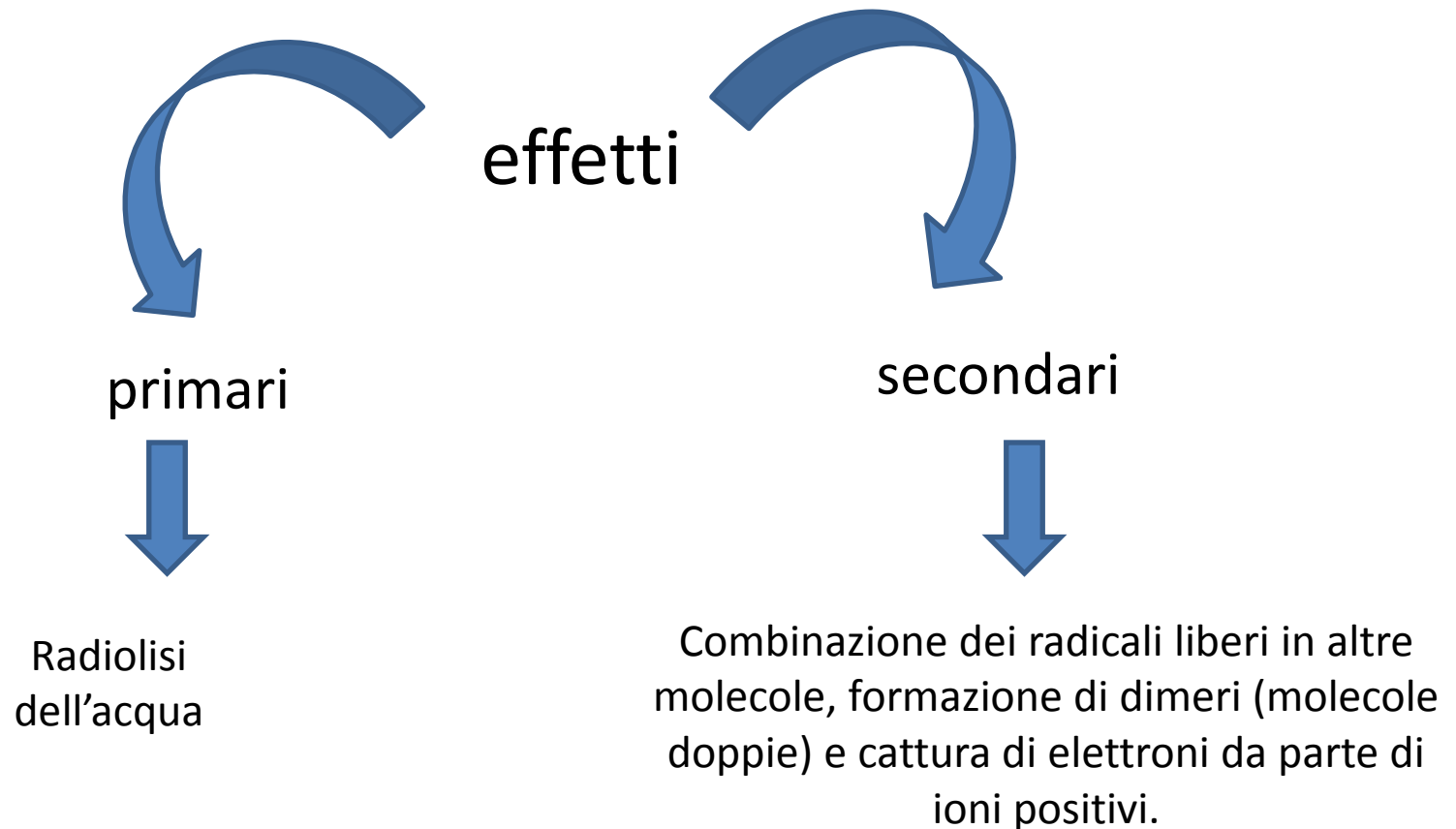
Il fotone colpisce l'atomo trasferendo energia determinando il distacco di un elettrone dall'orbitale più esterno trasformando l'atomo in uno ione.

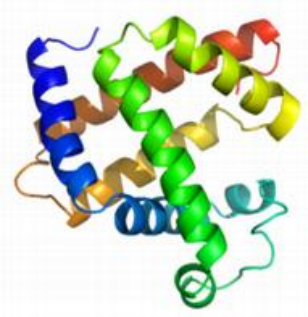
Gli elettroni che si liberano dal processo (elettroni Compton) inducono la stimolazione di altri atomi vicini e la produzione di altri ioni (effetto primario).



Meccanismo d'azione

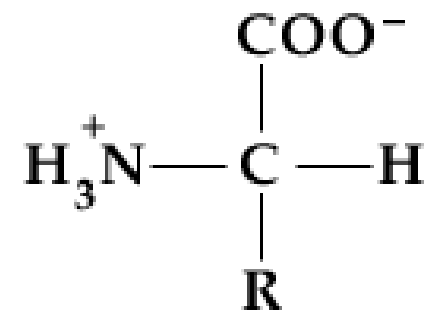
La ionizzazione di atomi e molecole determina la formazione di radicali liberi con





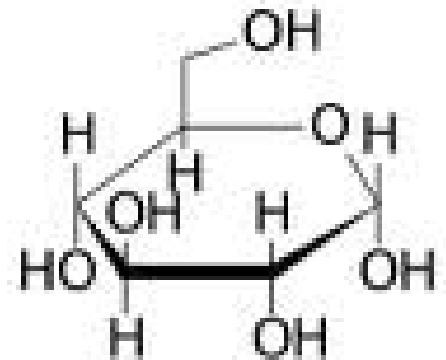
ASPETTI NUTRIZIONALI

- Le alterazioni delle **PROTEINE** consistono soprattutto in ossidazioni dei gruppi amminici e sulfidrilici degli aminoacidi che le costituiscono e avvengono anche con basse dosi di trattamento, con quantità superiori si possono verificare rotture delle catene laterali, denaturazione e precipitazione.



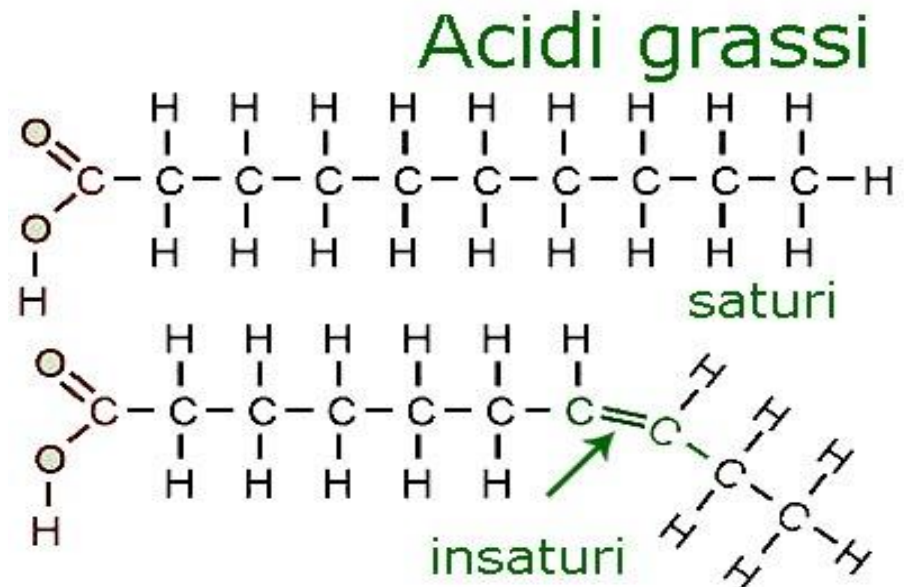
Aspetti nutrizionali

- Anche i **glucidi** possono alterarsi in seguito a processi ossidativi e idrolitici attivati dalle radiazioni ionizzanti, i polisaccaridi si trasformano dapprima in monosaccaridi e successivamente in acidi aldonici e uronici. Le pectine invece vengono idrolizzate a prodotti solubili in acqua determinando il rammollimento del prodotto.



Aspetti nutrizionali

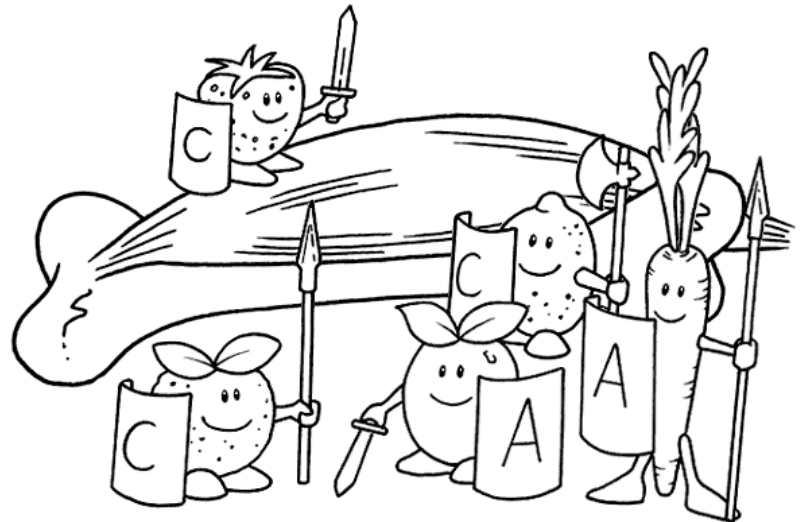
- **lipidi** consistono nella rottura della catena idrocarburica degli acidi grassi con formazione di catene più corte o, in seguito a ricombinazione dei frammenti, a catene più lunghe e ramificate.
- Gli **acidi grassi saturi** vanno incontro alla decarbossilazione con formazione di idrocarburi.
- Per gli **acidi grassi insaturi** prevalgono le reazioni di polimerizzazione e di irrancidimento ossidativo, con formazione di aldeidi e responsabili di sapori sgradevoli.



Aspetti nutrizionali

- **Gli oligoelementi:**

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.





Effetto delle radiazioni sul DNA :

rottura dei filamenti, danneggiamento di una base purinica o pirimidinica, intercalazione (introduzione di un frammento tra due filamenti), legame incrociato lungo un filamento

Si può allora intuire come le radiazioni ionizzanti possano essere pericolose alle cellule di esseri viventi : infatti se l'energia ceduta da una particella mentre attraversa una cellula rompe il legame molecolare di una delle catene del DNA, la cellula può morire oppure autonomamente ripararsi. In questa operazione può anche accadere che il codice genetico venga reinterpretedato in modo sbagliato innescando un processo pericoloso. Entrambi i processi, morte della cellula e autoriparazione, avvengono continuamente nella materia vivente e la probabilità di una mutazione e' estremamente piccola.

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 consentiti dalle norme

Impianti e sorgenti di radiazioni

- La progettazione degli impianti è tale da renderli il più possibile versatili in modo da poter trattare prodotti diversi, ma compatibili tra loro, riducendo così i costi del processo.
- In tutti gli impianti, inoltre, si cerca di irradiare i prodotti il più uniformemente possibile.

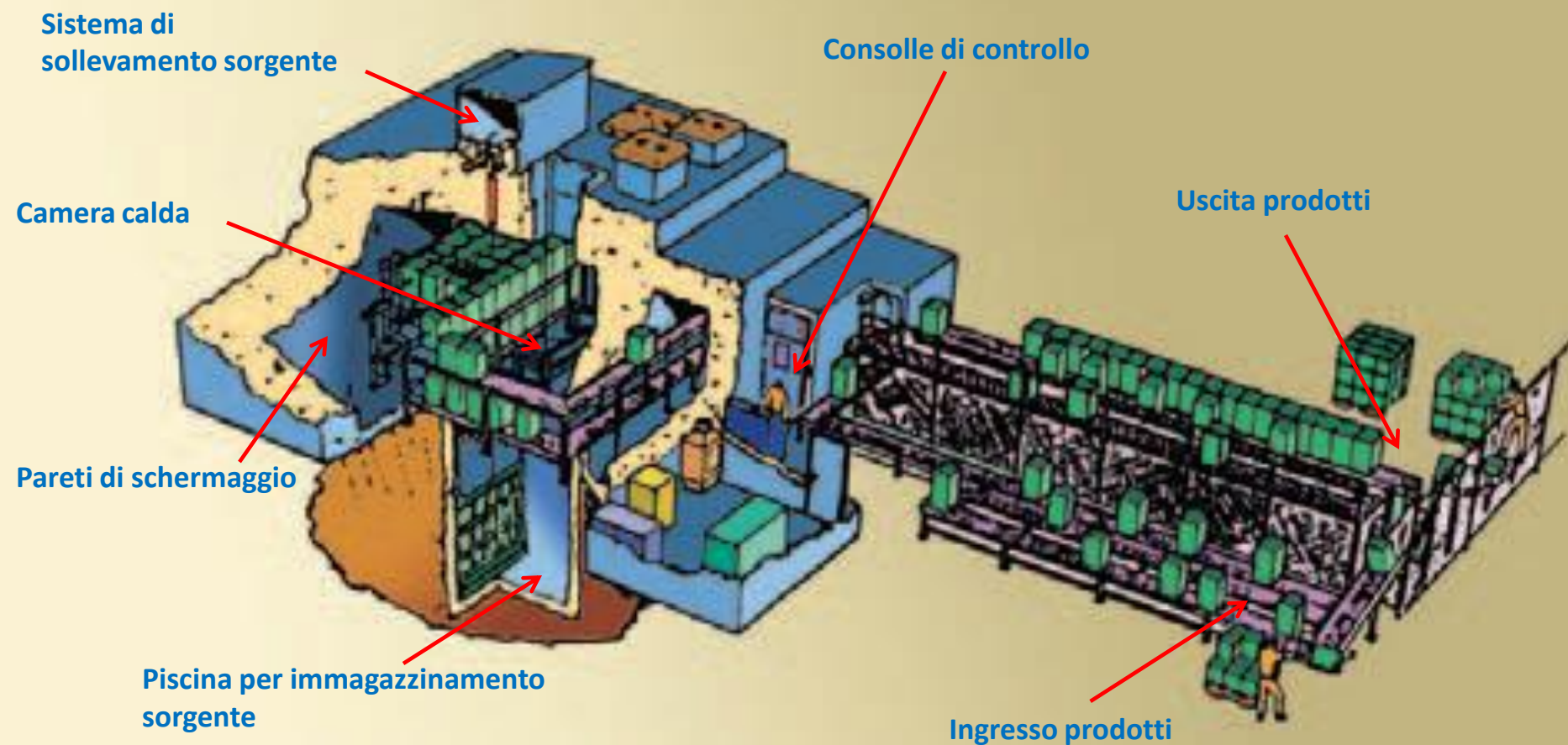
Impianti a raggi γ

- Il Cs-137, è oramai poco usato a causa della bassa energia della radiazione emessa (0,662 MeV) e degli alti costi
- Viene preferito il Co-60, oggi giorno gli impianti di irraggiamento sono quasi esclusivamente impianti a Co-60.

.....in alternativa si possono utilizzare anche fasci di fotoni o di elettroni prodotti da acceleratori di elettroni. In questo caso, l'energia dei fotoni non può superare i 5 MeV e quella degli elettroni non deve superare i 10 MeV.

Il trattamento con radiazioni ionizzanti alle energie indicate non produce nell'alimento radioattività indotta!!!

Rappresentazione schematica di un impianto tipo per trattamento di derrate alimentari con radiazione gamma



Un impianto di irraggiamento consiste essenzialmente di un vasto ambiente chiamato “**camera calda**”, in cui i prodotti da irradiare entrano attraverso un percorso a labirinto che, unitamente allo spessore delle pareti (in calcestruzzo), impedisce alle radiazioni di raggiungere la zona di lavoro dove i prodotti sono caricati o scaricati dal sistema di trasporto.

sorgente

La sorgente può essere spostata mediante un sistema di sollevamento comandato a distanza, in due posizioni: una in superficie per l'irradiazione degli alimenti e l'altra di sicurezza e riposo quando si trova abbassata in profondità di circa 6 metri in una piscina colma d'acqua.

Il percorso dei prodotti

I prodotti da trattare, generalmente confezionati in contenitori di cartone, vengono posizionati su un **nastro trasportatore** in movimento ininterrotto lungo un determinato tracciato. Questo si snoda attraverso la parete di calcestruzzo della camera calda, **attorno alla sorgente** in modo da consentire un irraggiamento dei prodotti da due lati opposti assicurando così una certa **omogeneità di distribuzione della dose**.

I tempi

Generalmente va da **4 a 24 ore a seconda** della dose richiesta, della geometria del percorso attorno alla sorgente e dell'attività della sorgente.

Naturalmente una parte del circuito corre esternamente alla camera calda, dove avviene in continuo, in due zone ben separate tra di loro, il carico dei prodotti da irraggiare e lo scarico di quelli già irraggiati.

L'efficienza

- **L'efficienza di un impianto a Co-60 è tra il 20-40%, cioè solo 20-40% della radiazione emessa viene utilizzata, il resto è assorbito all'interno della sorgente stessa dal sistema di trasporto e dalle pareti di schermatura**

Impianti con elettroni

- Gli acceleratori di elettroni sono essenzialmente dei convertitori di energia elettrica in corrente elettronica rappresentata dal fascio di elettroni.
- Sono intrinsecamente sicuri, precisi, controllabili e coprono un ampio intervallo di energie e di potenze erogate.

Tipologie di acceleratori

Gli acceleratori per uso industriale sono di vario tipo, tuttavia alcune caratteristiche e principi costruttivi sono comuni a tutti. Gli elettroni emessi da un catodo sono accelerati all'interno di un tubo sotto vuoto da un campo elettrostatico oppure da un campo elettromagnetico e "sparati" all'esterno del tubo acceleratore attraverso una sottile finestra di titanio (qualche decina di μm di spessore) sotto forma di un fascio che va a colpire il prodotto da irraggiare. In questo modo possono essere generati fasci di elettroni con energie e intensità di correnti elevate. Voltaggio, e quindi energia, e corrente del fascio sono i due parametri che caratterizzano un acceleratore. Il primo determina il potere di penetrazione degli elettroni nel prodotto mentre, a parità di voltaggio o energia, la corrente del fascio determina, in proporzionalità diretta, la quantità di prodotto che può essere trattato.

Queste macchine vengono classificate o in base al modo di operare in:

- *in acceleratori operanti in corrente continua (DC) o ad "azione diretta",*
- *in acceleratori a radiofrequenza (RF) o ad "azione indiretta".*

Tipologie di acceleratori

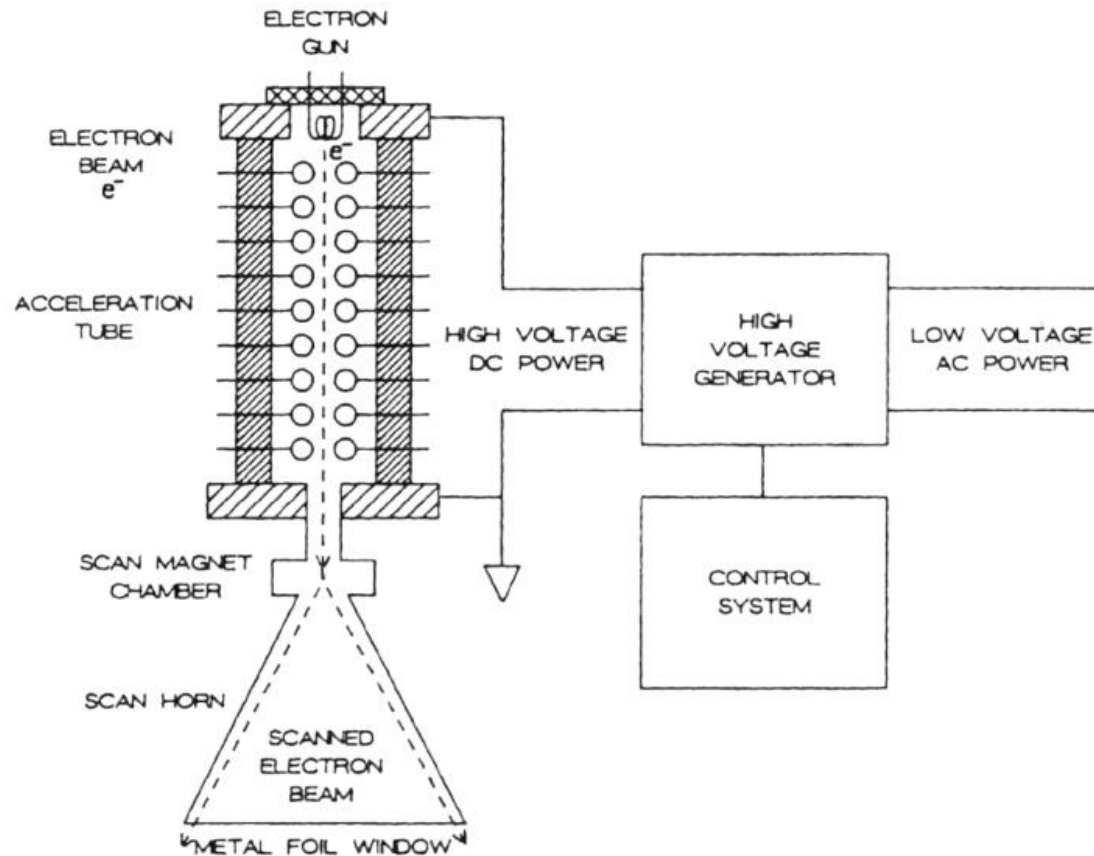
Negli acceleratori in corrente continua una differenza di potenziale applicata direttamente tra la sorgente di elettroni (catodo) e l'elettrodo opposto (anodo) viene usata per accelerare gli elettroni, come nelle *macchine elettrostatiche*, oppure trasferita induttivamente agli elettroni come nelle *macchine a trasformatore*. L'energia finale degli elettroni prodotti dagli acceleratori in corrente continua è direttamente proporzionale alla differenza di potenziale che esiste nel tubo acceleratore. Negli acceleratori a radiofrequenza invece, gli elettroni vengono accelerati passando sempre attraverso un campo elettrico, non più statico, ma alternato perché associato alla componente sinusoidale di un'energia a radiofrequenza (RF).

Tipologie di acceleratori

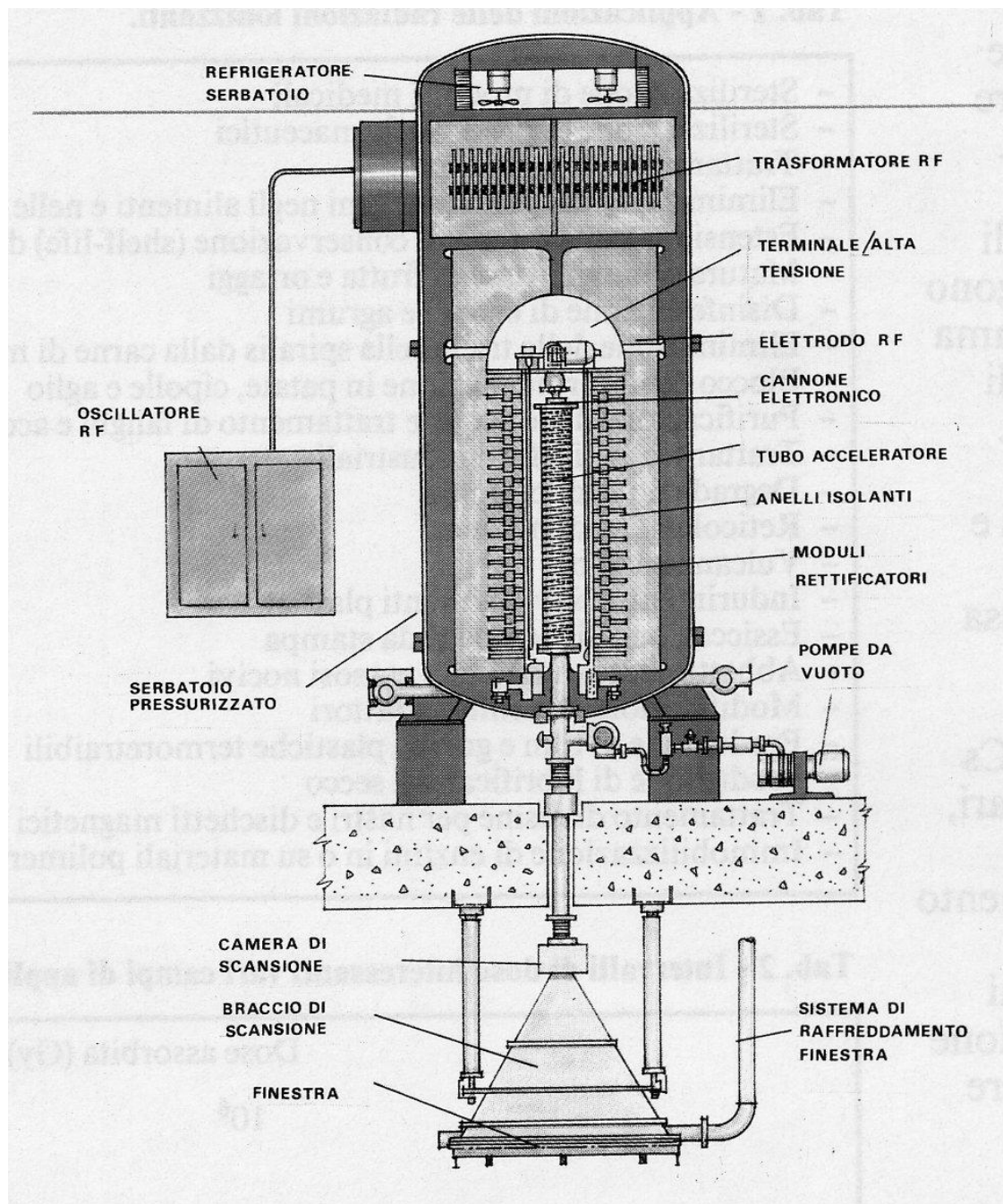
La classificazione più appropriata degli acceleratori è quella fatta in base all'energia del fascio degli elettroni, in quanto l'energia determina la profondità di penetrazione della radiazione e quindi il settore di utilizzo. Secondo questo metodo gli acceleratori sono suddivisi in tre gruppi:

- acceleratori di bassa energia (0,15-0,5 MeV),
- acceleratori di media energia (0,5-5 MeV),
- acceleratori d'alta energia (5-10 MeV).

Acceleratori di elettroni



- un generatore di alta tensione,
- una sorgente di elettroni,
- un tubo sotto vuoto spinto dove gli elettroni sono accelerati da una serie di elettrodi con tensioni a gradini a crescere tra il catodo con voltaggio negativo ed il potenziale di terra,
- un sistema di scansione del fascio su tutta la superficie da irraggiare nel caso di superfici estese.



Come irraggiare il prodotto

Irraggiare il prodotto su due lati contrapposti:

- per migliorare l'uniformità della distribuzione di dose
- per poter irraggiare prodotti di maggior spessore

Importanza del valore di dose

Le dosi di radiazioni utilizzate nel trattamento dei prodotti alimentari variano da qualche decina di gray a poche decine di kilogray poiché gli effetti delle radiazioni ionizzanti sugli alimenti e le relative applicazioni del trattamento sono determinate dalla dose assorbita.

dosimetria

- Unità di misura è il gray (Gy)

$$1\text{Gy} = 1 \text{ Joule /Kg}$$

(il kilogray è l'unità di misura dell'energia assorbita)

- La dose usata dipende dal tipo di cibo e dall'effetto che si desidera ottenere :

1. Basse dosi, inferiori a 1 kGy, usate per ritardare processi fisiologici, come maturazione e germogliamento di frutta e verdure fresche e per il controllo di parassiti e insetti negli alimenti

2. Dosi medie, da 1 a 10 kGy, usate per ridurre il numero di microrganismi patogeni ed conseguente deterioramento e per migliorare le proprietà tecnologiche degli alimenti, come ad esempio ridurre i tempi di cottura delle verdure disidratate.

3. Alte dosi, superiori a 10 kGy, anche se la normativa vigente pone un limite massimo di 10 kGy, usate per la completa sterilizzazione di cibi come carne, pollo, frutti di mare e altri alimenti pronti

- Il rapporto **D_{max}/D_{min}** dipende dallo spessore e dalla densità volumetrica del prodotto.
- Pertanto attraverso un opportuno dimensionamento delle confezioni da trattare e un'accurata progettazione dell'impianto si cerca di ottenere un rapporto D_{max}/D_{min} il più vicino possibile all'unità

omogeneità

Il rapporto $D_{\max}/D_{\min}$ (dove $D_{\max}$ è la dose massima assorbita e $D_{\min}$ è la dose minima assorbita) che determina l'uniformità di distribuzione di dose in un prodotto è condizionato dalla densità del prodotto, dalla natura della radiazione ionizzante e dal tipo di impianto di irraggiamento.

Fattori limitanti il livello di dose

Le dosi sono il frutto di un bilanciato compromesso tra quanto è necessario per ottenere:

- effetti desiderati dal trattamento e quanto può essere tollerato dal prodotto senza che si verifichino
- effetti indesiderati cambiamenti sensoriali e nutrizionali nel prodotto trattato.

Infatti dosi troppo alte possono alterare le proprietà organolettiche (sviluppo di odori sgradevoli e/o perdite di colore e compattezza) negli alimenti ad alto contenuto di umidità

Il problema dell'identificazione degli alimenti irradiati

In vari paesi è stato concesso un numero sempre maggiore di autorizzazioni per il trattamento radiante degli alimenti.

Ciò ha suscitato interesse per le metodiche atte al rilevamento di particolari marcatori come i radicali a lunga vita.

Queste metodiche sono importanti e necessarie per controllare la qualità degli alimenti, e per determinare se il trattamento sia a norma di legge.

Per poter identificare un alimento irradiato è necessario che vi siano modificazioni sperimentali dell'alimento, rilevabili e stabili nel tempo.

La problematica sta nel fatto che molte delle alterazioni sono simili a quelle prodotte da altri trattamenti.

- nel caso di **alimenti proteici di origine animale**, la dose massima somministrabile è determinata dallo sviluppo di un “ tipico odore da irraggiamento”.
- nella **frutta fresca e nei vegetali**, l'intenerimento e l'accresciuta permeabilità dei loro tessuti in seguito a trattamento con radiazioni possono essere fattori limitanti in quanto l'eventuale ridotta immunità naturale dei tessuti irraggiati può portare ad un'accelerazione del deterioramento del prodotto se i microrganismi hanno la possibilità di infestarlo nuovamente dopo l'irraggiamento.

Allo stato attuale non esiste nessun metodo di identificazione generale applicabile a tutti i tipi di alimenti irradiati, ma metodiche specifiche per matrici alimentari diverse. I metodi validati e standardizzati dal CEN (Comitato di Normazione Europeo) possono essere suddivisi in base alle modificazioni radio-indotte sull'alimento in metodi chimici, fisici e biologici. I metodi fisici sotto elencati sono stati implementati presso il Reparto di Dosimetria delle Radiazioni e Difetti Radioindotti e sono oggetto di indagine per una loro estensione e/o modifica.

Metodi fisici

- Tecnica ESR - EN 13751:2002 (Luminescenza stimolata otticamente) applicabile a erbe, spezie, molluschi e crostacei
- EN 1786:1996 (Risonanza di spin elettronico dell'idrossiapatite) applicabile a pollo, manzo, trote contenenti osso
- EN 13708:2001 (Risonanza di spin elettronico degli zuccheri) applicabile a fichi, mango e papaya secchi, uvetta
- EN 1787:2000 (Risonanza di spin elettronico della cellulosa) applicabile a pistacchi, paprika, fragole
- EN 1788:2001 (Termoluminescenza) applicabile a erbe, spezie, gamberetti, patate, frutta e vegetali

Sicurezza microbiologica

- Irraggiamento distrugge i patogeni
- Rallenta il deterioramento, ma alcuni microrganismi restano
- Irraggiamento NON PUO' migliorare cibi di scarsa qualità

Ricordiamo che la food irradiation non è la soluzione di tutti i problemi:

- NON uccide tutte le spore
- NON inattiva i virus
- NON elimina le tossine
- NON evita successive contaminazioni

Quindi il trattamento radiante non potrà rendere un alimento, già contaminato da virus e tossine, **adatto e disponibile per il consumo** più che un trattamento di risanamento dell'alimento deve essere considerato un **trattamento per il prolungamento della shelf life del prodotto**

Problemi connessi all'uso delle radiazioni

L'irradiazione di qualsiasi alimento fino ad una dose massima di 10 kGy, è ritenuto sicuro (FAO/AIEA/OMS)

Il trattamento radiante presenta:

- vantaggi:
 - riduzione del deterioramento dell'alimento
 - riduzione perdita di cibo
 - maggiore sicurezza sanitaria degli alimenti
 - richiede un basso consumo di energia
- svantaggi:
 - perdita selettiva di vitamine e altri principi nutritivi
 - non sono inattivati gli enzimi degradativi cellulari,
 - modificazioni organolettiche degli alimenti

normativa

- 1980 OMS ha espresso opinione favorevole relativa alla sicurezza nutrizionale, tossicologica e microbiologica degli alimenti trattati con radiazioni ionizzanti
- Codex alimentarius (OMS e FAO) ha provveduto a regolamentare l'irradiazione alimentare e le procedure di sorveglianza (41 paesi con 60 prodotti alimentari)
- In Europa : Dir. 1999/2/CE , 1999/3/CE che stabiliscono categorie di alimenti (erbe essiccate, spezie e condimenti vegetali), fonti delle radiazioni, radiazioni consentite (max 10 KGy) controlli da effettuare , requisiti per l'etichettatura.
- In Italia: DL.vo 94 del 30/01/01 che permette l'irraggiamento di aglio, cipolle, patate ; erbe essiccate, spezie e condimenti vegetali



Etichettatura

La direttiva 1993/3/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, all'articolo due dice che "qualsiasi alimento irradiato in quanto tale o che contenga ingredienti alimentari irradiati deve formare oggetto di etichettatura"

Negli USA numerosi problemi sono stati creati dall'errata etichettatura dei prodotti sottoposti a irradiazioni, infatti sulla base del Fed.Reg. 24 Febbraio 1999 il CSPI (center for science in the public interest) aveva già proposto l'informazione a gruppi di consumatori senza fini di lucro sugli aspetti nutritivi e la sicurezza alimentare dei prodotti irradiati.

FINE

*Gesa Gianni
Guarracino Tiziano
Angliese Gaetano*