

# Appunti del corso di Istituzioni di tecnologia alimentare

## *Parte 13° Irradiazione*

**ZEPPA G.**  
Università degli Studi di Torino

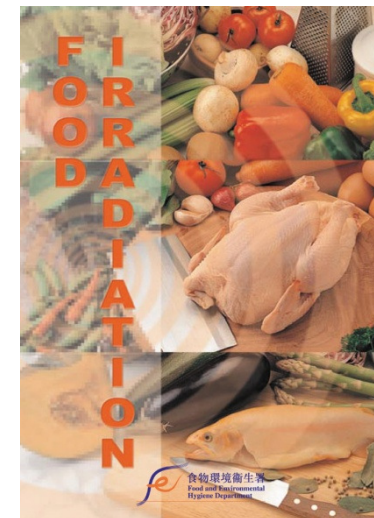




- Sono definite ionizzanti quelle radiazioni, elettromagnetiche e corpuscolate, che possiedono energia sufficiente per ionizzare, in modo diretto o indiretto, gli atomi del materiale irradiato che incontrano, impartendo agli elettroni energia cinetica sufficiente a farli allontanare, con formazione di ioni e radicali liberi
- Si tratta di un trattamento ipotizzato già negli anni '20 ed usato dagli anni '40
- Vengono utilizzate radiazione elettromagnetiche (raggi X, raggi  $\gamma$ ) che forniscono una elevata shelf-life ed una elevata sicurezza
- La FAO/WHO ha evidenziato (1977, 1981) che “La dose media di irraggiamento di 10 kGy non presenta effetti tossici ne problemi particolari negli alimenti dal punto di vista nutrizionale o microbiologico”
- Attualmente in Europa il trattamento con radiazioni ionizzanti è disciplinato dalle direttive quadro 1999/2/CE e 1999/3/CE recepite nel nostro Paese dal DL.vo 30 gennaio 2001, n. 94.
- Tali direttive stabiliscono, a maggior tutela della libera scelta del consumatore, che tutti gli alimenti e/o ingredienti che vengono sottoposti al trattamento con radiazioni ionizzanti, debbano riportare in etichetta la dicitura "irradiato" e che ogni stato membro debba effettuare controlli sugli alimenti presenti sul mercato al fine di individuare la correttezza dell'etichettatura.

- I controlli sugli alimenti e, laddove esistenti, sugli impianti di irraggiamento, devono essere effettuati dalle Autorità sanitarie e assicurare la conformità dei prodotti alle disposizioni vigenti. L'Istituto Superiore della Sanità ha il compito di individuare i metodi di identificazione e fornire supporto tecnico scientifico ai laboratori.
- I prodotti attualmente ammessi al trattamento nella UE sono la categoria "erbe aromatiche essiccate, spezie e condimenti vegetali", ad una dose massima di 10 kGy; in via transitoria ciascuno Stato membro può mantenere i trattamenti precedentemente autorizzati.
- In Italia è previsto un uso come antigermoglio per patate, aglio e cipolla, mentre in altri Paesi (Francia, Belgio, Olanda, Regno Unito) esistono anche usi su: frutta, cereali, carni di pollo, prodotti ittici.

- In Europa nel 2010 presenti 26 impianti in 13 Stati → trattate circa 9200 t di prodotto
- Attualmente in Italia esiste solo un impianto in Emilia Romagna → Gammarad Italia SpA che utilizza Cobalto-60 → da 6 anni non vengono effettuati trattamenti sugli alimenti
- Il prodotto trattato deve riportare in etichetta, anche qualora presente come ingrediente, la dicitura "irradiato".



■ Il Rad (**R**adiation **A**bsorbed **D**ose) è un'unità di misura della dose di radiazione assorbita, pari a 100 erg per grammo. Il rad è stato sostituito dal Gray nel Sistema Internazionale di unità di misura.  $1 \text{ Rad} = 0,01 \text{ gray} = 0,01 \text{ joule di energia assorbiti da un chilogrammo di tessuto}$

■ Un erg è pari a  $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ dyn} \cdot \text{cm} = 10^{-7} \text{ W} \cdot \text{s}$ .

■  $6,24150975 \cdot 10^{11} \text{ eV}$

■  $10^{-7} \text{ joule}$

■  $10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$

■  $2,39 \cdot 10^{-8} \text{ calorie}$

■  $9,48 \cdot 10^{-11} \text{ British thermal unit}$

■  $2,78 \cdot 10^{-14} \text{ chilowattora}$



	Dose (kGy)	Alimenti
Sterilizzazione	7 - 10 (sino a 50)	Erbe, spezie
Materiali di confezionamento	10 25	Tappi enologici
Distruzione patogeni	2.5 - 10	Spezie, carne
Controllo funghi	2 - 5	Frutta
Controllo parassiti	0.1 - 6	Carne
Disinfezione	0.1 - 2	Frutta, cereali, farina
Inibizione germogliazione	0.1 - 0.2	Patata, aglio, cipolla

- L'utilizzo delle radiazioni ha alcuni svantaggi
  - Impianti molto costosi
  - Problemi di sicurezza per gli operatori
  - La possibilità di sanitzare alimenti altrimenti non utilizzabili
  - Se i batteri patogeni sopravvivono non esistono indicazioni
  - Possibile sviluppo di resistenza nei microrganismi
  - Perdite di valore nutrizionale
  - Scarsi metodi analitici per valutare i prodotti trattati
  - Resistenza psicologica dei consumatori verso l'industria nucleare



- Le radiazioni possono rompere i legami intra-molecolari
- In alimenti ricchi di acqua l'acqua è ionizzata e gli elettroni liberati vanno a formare molecole radicaliche
$$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}^+ + \text{e}^- \quad \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}^\circ$$
- I radicali si ricombinano in nuove molecole disattivando il materiale genetico dei microrganismi
- I radicali hanno vita molto breve ma sufficiente per distruggere le cellule batteriche
- I radicali hanno azione sugli enzimi, sui grassi e su vari composti → su alcuni alimenti quindi non può essere utilizzata (latte)
- La produzione di  $\text{O}_2$  reattivo da vari enzimi (perossidasi, xantina ossidasi) accelera le ossidazioni → necessario l'irradiazione sotto vuoto (carne)

- Il generatore di raggi  $\gamma$  è costituito da una sorgente ad alta energia con cobalto-60 o cesio-137
- Il Co-60 emette raggi  $\gamma$  con 1.17 MeV e 1.33 MeV
- Il tempo di trattamento dipende dalla dose necessaria e dalla potenza del generatore
- Una dose di 5 Gy è sufficiente per uccidere un operatore e quindi è necessario operare alle dosi più basse (0.1 KGy) ed utilizzare tecniche accurate di sicurezza
- La penetrazione di raggi  $\gamma$  dipende dalla densità dell'alimento e dall'energia dei raggi
- La radiazione è assorbita con l'attraversamento dell'alimento quindi la parte esterna riceve una dose superiore di quella interna → è necessario definire per ogni alimento
  - la massima dose consentita per l'esterno del prodotto e legata a modificazioni sensoriali
  - la dose minima che abbia attività antimicrobica



- La dose può essere controllata definendo lo spessore della confezione ed irradiando entrambi i lati
- Gli elettroni ad elevata energia hanno una minore penetrazione rispetto ai raggi  $\gamma$  e vengono usati per confezioni fini o per trattamenti superficiali
- La sensibilità dei microrganismi viene valutata con il D in analogia alla distruzione termica
- In genere i microrganismi piccoli e semplici sono più resistenti
- I virus sono molto resistenti (non vengono disattivati con i trattamenti commerciali)
- I batteri sporificanti e quelli in grado di riparare il DNA (es *Deinococcus radiodurans*) sono più resistenti degli altri
- Insetti e parassiti sono più sensibili

● Il tipo di processo di irradiazione può essere

- ◆ sterilizzazione → la dose necessaria supera i 10 kGy (servono 48 kGy per 12 di Cl. Botulinum) quindi si hanno modificazioni inaccettabili → poco interessante la sterilizzazione → usata solo per le erbe e le spezie con 8-10 kGy senza importanti perdite → il principale vantaggio è la sostituzione della sterilizzazione chimica con ossido di etilene
- ◆ riduzione patogeni → i patogeni (*S. typhimurium*) sono meno resistenti del Cl. Botulinum → bastano 3-10 kGy per distruggerli → carcasse di pollo irradiate con 2.5 kGy risultano prive di *Salmonella* spp e la shelf-life è raddoppiata → dosi più elevate possono essere applicate a carni congelate per *Campilobacter*, *E. coli*, *vibrio* ecc.
- ◆ prolungare shelf-life → basse dosi distruggono funghi, batteri non sporigeni → quelli che sopravvivono sono più sensibili ai trattamenti termici → aumenta la conservabilità
- ◆ controllare la stagionatura → alcuni vegetali (mirtilli, pomodori) possono essere trattati per allungare la shelf-life → devono essere maturi poiché il trattamento blocca la maturazione → il trattamento blocca i processi biochimici → ottimo usare MAP in abbinamento
- ◆ disinfezione → cereali e frutti tropicali possono essere infestati da insetti e larve → basse dosi, 1 kGy sono sufficienti → non si utilizzano bromuri
- ◆ blocco germogliamento → utile per le patate, aglio, cipolla → 150 Gy sono sufficienti