

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

### Conservazione degli alimenti

Gli alimenti, conservati a temperatura ambiente senza particolari accorgimenti, possono andare incontro, col passare del tempo, ad alterazione delle loro caratteristiche organolettiche (sapore, odore, ecc.), diventano meno appetibili, perdono parte del loro valore nutritivo e, in alcuni casi, possono diventare dannosi per la nostra salute.

Le cause di queste alterazioni possono essere molteplici; tuttavia possiamo individuarne due fondamentali:

**1) modificazioni enzimatiche:** essendo per lo più derivati da organismi viventi, animali o vegetali, gli alimenti sono costituiti da cellule che, non più rifornite di sostanze nutritive, vanno incontro a processi regressivi in un tempo più o meno rapido. In particolare si liberano **enzimi** lisosomiali che "autodigeriscono" le cellule costituenti l'alimento.

Questo può, in una prima fase, essere utile: si ha, ad esempio, la **maturazione** della frutta, oppure la **frollatura** della carne, che, ad animale appena ucciso è piuttosto dura, ma, grazie agli enzimi, poi diventa più tenera; tuttavia, col tempo, cioè "rovina" l'alimento: la frutta marcisce, la carne va a male.

Oltre alle reazioni enzimatiche di "autodigestione", vanno ricordate, tra le cause di alterazione degli alimenti, le reazioni di ossidazione, che provocano l'irrancimento dei grassi, alterazioni del colore e dell'aroma dell'alimento; o ancora, processi fisici, quale quello che rende il pane raffermo, cioè duro e gommoso, poco accettabile; la disidratazione dovuta al contatto con l'aria; l'esposizione alla luce solare ecc.

**2) Modificazioni di origine microbica:** contribuisce all'alterazione degli alimenti lo sviluppo di **microrganismi** (già presenti in origine o contaminanti solo in un secondo tempo) che utilizzano le sostanze nutritive per riprodursi, riversando poi i prodotti di rifiuto del loro metabolismo nell'alimento; se questi microrganismi sono patogeni, l'alimento diverrà inoltre dannoso per la salute, per l'azione diretta dei germi o per le tossine da essi prodotte.

### Metodi di conservazione degli alimenti

È evidente che gli alimenti, se non consumati subito, devono essere conservati con opportuni metodi che consentano di mantenere inalterate le caratteristiche organolettiche degli alimenti freschi e garantiscano l'innocuità degli stessi. La conservazione è indispensabile per permettere il consumo di alimenti in stagioni diverse da quelle in cui sono normalmente reperibili, il trasporto a grandi distanze dal luogo di produzione, ecc.

Alcuni alimenti, quali **cereali** e **legumi secchi**, possono mantenersi inalterati a lungo, anche senza l'uso di alcun metodo di conservazione, poiché il loro scarso contenuto di acqua limita l'attività enzimatica e la riproduzione batterica.

Gli alimenti che non subiscono alterazioni se conservati a temperatura ambiente sono definiti **stabili**; quelli che non possono essere conservati a lungo senza refrigerazione (quelli freschi: frutta, verdura, carne, latte, creme fresche, ecc.) sono **deperibili**; sono definiti **semideperibili** quelli che possono essere conservati per qualche settimana (alcuni formaggi, insaccati, patate, cipolle, ecc.).

I metodi di conservazione devono mirare a distruggere i microrganismi o rallentarne la riproduzione e a inattivare o rallentare l'azione degli enzimi presenti negli alimenti.

I microrganismi, per potersi moltiplicare in un alimento, devono trovarvi fattori ambientali favorevoli, quali una certa **temperatura** (a seconda del tipo di microrganismo: in generale si può dire che le alte temperature li distruggono e le basse bloccano la loro riproduzione), una forte **umidità**, **acidità** non troppo elevata, un certo grado di **ossigenazione** (tenendo presente però che vi sono germi **anaerobi**, capaci di riprodursi in assenza di O<sub>2</sub>). Gli enzimi, poi, possono essere inattivati in vario modo (ad esempio il freddo rallenta le reazioni enzimatiche).

Tenendo presente tutto questo, possiamo comprendere i diversi metodi di conservazione. Distinguiamo **metodi fisici** e **chimici** di conservazione: i metodi fisici utilizzano caratteristiche fisiche (caldo, freddo, radiazioni ecc.) per impedire l'alterazione del cibo, mentre modificazioni chimiche sono alla base dei metodi chimici (aggiunta di zucchero, alcol, ecc.). Mentre alcuni metodi sono di relativamente recente acquisizione (liofilizzazione, surgelazione, radiazioni ionizzanti), vi sono metodi tradizionali, che vengono ormai impiegati da centinaia di anni: salatura, affumicatura, preparazione di salamoie, sottaceti, sottolio, ecc.

Tutti i metodi di conservazione possono modificare, in diverso grado, le caratteristiche degli alimenti; talvolta ne diminuiscono il valore nutritivo: perciò la nostra scelta deve puntare preferibilmente su alimenti freschi, più nutrienti e meno rischiosi di quelli conservati, che vanno considerati di seconda scelta.

### Metodi fisici di conservazione

Comprendono:

**a) le basse temperature:**

- refrigerazione: + 4 °C;
- congelamento: sotto zero;
- surgelazione o congelamento rapido (in meno di 4 ore).

**b) le alte temperature**

- pastorizzazione: da + 65 °C a + 85 °C;
- bollitura: +100 °C;
- sterilizzazione: +121 °C.

**c) le radiazioni ionizzanti (raggi gamma)**

**d) la disidratazione:**

- essiccamento;
- liofilizzazione;
- salatura o salagione.

**Basse temperature.** Rallentano o arrestano le attività enzimatiche e la riproduzione dei microrganismi presenti, che però non vengono distrutti. Possiamo distinguere:

**1) La refrigerazione:** l'alimento viene portato a circa + 4 °C, ossia a una temperatura leggermente al di sopra degli 0 °C, in modo da non congelare l'acqua presente nell'alimento. Il frigorifero domestico è l'esempio più comune di apparecchio refrigeratore. La temperatura di + 4 °C del frigorifero determina solamente un rallentamento dei processi di alterazione, per cui la conservazione è limitata nel tempo.



**Conservazione e contaminazione degli alimenti**

**2) Il congelamento:** la temperatura dell'alimento viene portata, in parecchie ore, al di sotto di 0 °C. L'acqua contenuta nelle cellule che lo costituiscono congela e si formano cristalli di ghiaccio voluminosi, che rompono le pareti cellulari, alterando i tessuti; nella fase di scongelamento, poi, l'acqua che sgocciola porta via con sé una parte delle sostanze nutritive. Col congelamento, perciò, peggiora la qualità dell'alimento e diminuisce il suo valore nutritivo. Il congelamento permette tuttavia di conservare gli alimenti molto più a lungo rispetto alla refrigerazione. Mentre alimenti come la carne o il pesce si prestano bene al congelamento, vi sono alimenti, come il latte o le creme, che non possono essere conservati sottozero.

**3) La surgelazione o congelamento rapido.** Anche qui l'alimento viene portato sottozero; tuttavia ciò deve avvenire **rapidamente**, in meno di 4 ore: l'alimento viene posto in un ambiente molto freddo (-30 °C, -50 °C), affinché il suo completo congelamento possa realizzarsi in tempi brevi. I cristalli di ghiaccio che si formano hanno, in questo caso, una struttura più fine e regolare, tale da non danneggiare le cellule. Ciò riduce al minimo l'alterazione dell'alimento e le perdite di sostanze nutritive nel disgelo. I surgelati vanno però conservati a una temperatura di -18 °C, temperatura che deve essere rispettata non solo nel periodo di conservazione, ma anche durante il trasporto (ad esempio dall'industria alimentare al supermercato). I congelatori (freezer) a uso familiare, se contrassegnati da una sola stella (-6 °C), possono conservare i surgelati per una settimana; quelli con due stelle (-12 °C) per un mese; con tre stelle (-18 °C) per tre mesi; con quattro stelle (-18 °C, e con un vano a -25 °C per la congelazione rapida) fino a un anno.

Vanno evitate oscillazioni di temperatura eccessive, nonché lo scongelamento durante la conservazione. Se scongelati, i surgelati devono essere subito consumati, non possono essere più conservati, poiché sono più facilmente alterabili da parte degli enzimi e dei microrganismi rispetto agli stessi alimenti freschi, in conseguenza della parziale

disgregazione delle strutture cellulari. Non è, inoltre, consigliabile ricongelarli dopo lo scongelamento, perché, specie se sono rimasti un po' di tempo allo stato scongelato, si sono realizzate condizioni favorevoli allo sviluppo microbico.

Alimenti congelati o surgelati vanno confezionati in **involucri impermeabili** all'acqua e ai gas, per evitare la disidratazione, l'ossidazione, la contaminazione e la perdita degli aromi.

**Alte temperature.** Il calore può essere utilizzato come metodo di conservazione, perché inattiva gli enzimi e distrugge i microrganismi; tuttavia, esso determina anche la degradazione di sostanze nutritive contenute nell'alimento, soprattutto proteine e vitamine.

Nell'uso del calore è importante sia la temperatura che il tempo d'esposizione dell'alimento a quella temperatura.

Distinguiamo tre metodi principali di "conservazione" con il calore:

**1) La pastorizzazione:** utilizza temperature relativamente basse, per cui altera poco l'alimento; tuttavia, poiché non distrugge tutti i microrganismi, la conservazione degli alimenti pastorizzati è limitata nel tempo. Più che un metodo di conservazione, è un **metodo di risanamento:** l'alimento viene riscaldato a una determinata temperatura (tra i 65 °C e gli 80 °C) per un tempo prefissato, in modo da ottenere la completa distruzione di tutti i microrganismi patogeni eventualmente presenti, e rendere l'alimento sicuramente innocuo. A queste temperature sopravvivono alcuni microrganismi e le spore, per cui l'alimento può essere conservato, ripetiamo, solo per un breve periodo di tempo: il latte pastorizzato, ad esempio, deve essere conservato in frigorifero e consumato in 3-4 giorni.

La pastorizzazione può essere effettuata a temperature diverse; distinguiamo perciò un pastorizzazione bassa o lenta (65 °C per 30 minuti) e una pastorizzazione alta o rapida (72 °C per 15 secondi o 80 °C per 3-4 secondi).

**2) La bollitura:** rispetto alla pastorizzazione, provoca danni maggiori all'alimento, perché la temperatura a cui esso viene portato è superiore: +100 °C. Anche la bollitura non permette una conservazione

prolungata, perché, per quanto protratta, non è in grado di distruggere le spore.

Resta tuttavia un metodo pratico di risanamento, per assicurarsi la distruzione dei germi patogeni; ad esempio, in caso di eventi disastrosi (terremoti, alluvioni, ecc.), le tubature dell'acquedotto possono essere danneggiate e quindi contaminate da germi patogeni: con la bollitura possiamo distruggere tutti i microbi patogeni eventualmente presenti, rendendo nuovamente potabile l'acqua. Il latte appena munto, non pastorizzato, va bollito, perché potrebbe contenere germi patogeni. Se, invece, il latte è pastorizzato, la bollitura è inutile, perché i germi patogeni sono già stati distrutti; anzi, è dannoso, perché comporta la perdita di principi nutritivi termolabili.

**3) La sterilizzazione:** per ottenere la distruzione di tutti i germi e anche delle spore col calore, l'alimento deve essere portato a temperature superiori ai 100 °C: +121 °C col vapore (calore umido) sotto pressione, in autoclave per 15-20 minuti; +140 °C col calore secco (ad esempio in un forno: meglio quello a microonde che distribuisce il calore omogeneamente, sia alla superficie che all'interno dell'alimento).

Con la sterilizzazione, la perdita di sostanze nutritive è maggiore; c'è, però, l'indubbio vantaggio di poter conservare più a lungo l'alimento, anche fuori dal frigorifero.

L'alimento sterilizzato deve essere conservato in una confezione chiusa ermeticamente, per evitare l'ingresso dei microrganismi presenti nell'ambiente esterno. Dopo l'apertura della confezione, la sterilità non è più garantita. Ad esempio la sterilizzazione del latte, ottenuta col metodo U.H.T. (Ultra High Temperature), permette una lunga conservazione, fino a tre mesi, anche fuori dal frigorifero; tuttavia, se la confezione viene aperta, il latte non sarà più sterile e andrà perciò conservato in frigorifero e consumato entro 2-3 giorni. Quando possibile, è meglio utilizzare il latte pastorizzato o "latte fresco", perché, rispetto a quello sterilizzato (latte "a lunga conservazione"), ha subito perdite minori di sostanze nutritive, perché trattato a temperature molto più basse.

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

Le elevate temperature a cui viene portato determinano nel latte perdite di valore nutritivo, superiori anche a quelle che si realizzano nella bollitura. Attualmente per la sterilizzazione si usano tecniche UHT (Ultra High Temperature), che prevedono un riscaldamento del latte a 140 - 150 °C per pochi secondi ottenuto col vapore sotto pressione. Il latte sterilizzato deve poi essere confezionato in bottiglie o in cartoni rigidi rivestiti da un foglio di alluminio e da una pellicola impermeabile all'acqua (polietilene), sigillati, in modo da non essere contaminato più fino all'apertura.

**Le radiazioni.** Le radiazioni possono essere utilizzate come metodo di conservazione degli alimenti, perché sono in grado di distruggere i microrganismi. Con i raggi gamma è possibile ottenere la sterilizzazione di un alimento già confezionato, poiché le radiazioni attraversano la confezione e agiscono all'interno dell'alimento.

Le radiazioni più utilizzate nella conservazione degli alimenti sono i raggi gamma che vengono emessi durante la disintegrazione dei nuclei di  $^{60}\text{Co}$  (Cobalto 60) e  $^{137}\text{Cs}$  (Cesio 137).

I raggi gamma sono radiazioni ionizzanti ossia radiazioni in grado di allontanare gli elettroni degli atomi che colpiscono, generando così ioni o radicali. Possono perciò danneggiare molecole biologiche vitali e quindi causare la morte dei microrganismi, consentendo la conservazione dell'alimento irradiato.

In Italia l'uso delle radiazioni ionizzanti negli alimenti è consentito solo a scopo antigerminativo per patate, aglio e cipolle.



**La disidratazione.** Le attività degli enzimi e dei microrganismi possono svolgersi solo in presenza di una certa percentuale di acqua nell'alimento. Per questo motivo alimenti a basso contenuto di acqua, come la pasta cruda, i legumi secchi possono conservarsi a lungo anche a temperatura ambiente.



Il latte, viene riscaldato a 65 °C per 30 minuti per ottenerne il risanamento. Attualmente a questa pastorizzazione bassa o lenta si preferisce la pastorizzazione alta o rapida, ideata dall'italiano Stassano, e pertanto denominata stassanizzazione: facendo scorrere il latte in un tubo sottilissimo, viene riscaldato a 72 °C per 15 secondi o 80 °C per 3-4 secondi. Questa tecnica è detta H.T.S.T. (High Temperature Short Time = alta temperatura per breve tempo).

Perciò, riducendo il contenuto di acqua di un alimento (disidratazione), è possibile conservarlo più a lungo. Esistono diversi metodi di disidratazione: essiccamento, liofilizzazione e salatura.

**1) L'essiccamento:** l'alimento perde acqua per evaporazione, in seguito a riscaldamento. Resta, tuttavia, una certa percentuale di acqua. Le tecniche di essiccamento sono numerose: si va dalla semplice esposizione al sole e all'aria, a tecnologie più complesse, come quella per ottenere il latte in polvere.

**2) La liofilizzazione:** permette di sottrarre molta più acqua all'alimento rispetto all'essiccamento; il contenuto d'acqua viene infatti ridotto al 2-5% e l'alimento appare pressoché polverizzato. Per il consumo l'alimento deve essere reidratato, immergendolo in acqua. Per ottenere la liofilizzazione, l'alimento deve essere prima **congelato sottovuoto**, in modo da solidificare l'acqua in esso contenuta; poi deve essere riscaldato rapidamente con delle piastre che portano direttamente l'acqua dallo stato solido (ghiaccio) allo stato di vapore.

Il passaggio diretto dallo stato solido allo stato gassoso (o di vapore) si chiama **sublimazione**. Con la sublimazione è possibile ottenere una maggiore sottrazione di acqua dall'alimento rispetto alla semplice evaporazione.

**3) La salatura o salagione:** l'aggiunta di sale alla superficie dell'alimento provoca disidratazione, perché il sale tende ad assorbire l'acqua. La salatura viene perciò spesso associata all'essiccamento per ottenere una migliore disidratazione; inoltre il sale ha un'azione antisettica diretta.

### Metodi chimici di conservazione

L'aggiunta agli alimenti di alcune sostanze permette di inibire lo sviluppo dei microrganismi, impedendo, o rallentando l'alterazione degli alimenti. Le sostanze aggiunte possono essere quelle di comune uso in cucina (sale, zucchero, olio, aceto): sono metodi di conservazione tradizionali "casalinghi"; oppure sostanze chimiche conservanti che fanno parte degli additivi chimici e che vengono più frequentemente utilizzate nelle preparazioni alimentari a livello industriale.

La **salatura** è il più antico metodo di conservazione; la sua azione disidratante è già stata descritta tra i metodi fisici di conservazione. Anche l'aggiunta di spezie (ad esempio il pepe nel salame) ha un'azione conservante. Nell'**affumicatura** l'azione conservante del fumo di legna è dovuta alle sostanze liberate dal fumo durante la combustione, in particolare **aldeide formica** (altre sostanze liberate hanno azione aromatizzante). L'affumicatura può essere:

- 1) a freddo: si porta all'alimento una corrente di fumo a 30-35 °C per alcuni giorni o settimane;
- 2) a caldo: l'alimento è posto vicino alla sorgente del fumo, quindi a una temperatura intorno ai 100 °C, per cui, in parte, viene anche cotto.



## Conservazione e contaminazione degli alimenti

La **salamoia** è una soluzione di acqua e sale, che ha un'azione selettiva sulle fermentazioni dei vegetali, bloccando lo sviluppo di alcuni microrganismi e favorendone altri che danno all'alimento particolari caratteristiche organolettiche. Gli alimenti salati o posti in salamoia devono essere risciacquati, per evitare una eccessiva ingestione di sale.

L'**aceto**, aggiunto a un alimento, ne aumenta l'acidità; tuttavia le concentrazioni di aceto tollerabili (tali cioè da non modificare eccessivamente le caratteristiche organolettiche dell'alimento) non impediscono lo sviluppo di alcune muffe, che, in presenza di ossigeno, fermentano l'acido acetico, riducendo così l'acidità dell'alimento e sviluppando anche sostanze tossiche. Va pertanto evitato il contatto con l'aria nel confezionamento e l'alimento deve inoltre essere sottoposto a un moderato trattamento col calore, per distruggere la flora microbica presente.

Lo **zucchero**, a concentrazioni elevate (superiori al 50%), inibisce la crescita dei microrganismi e può così essere utilizzato, in particolare, per la conservazione della frutta: marmellate, canditi, gelatine di frutta; oppure del latte (latte condensato).

L'**olio** viene comunemente usato per la conservazione di alimenti, anche perché aggiunge a essi apprezzate caratteristiche organolettiche. Non ha azione sui microrganismi eventualmente già presenti nell'alimento, però lo isola dall'aria impedendo il contatto con l'ossigeno e la contaminazione da parte di germi provenienti dall'ambiente esterno. In esso i germi anaerobi possono svilupparsi facilmente (ad esempio il *Clostridium botulinum*) per cui anche nella preparazione sottolio è opportuno un pretrattamento termico e una accurata pulizia dell'alimento (e del contenitore) prima di metterlo sottolio.

### Additivi chimici

Gli additivi chimici sono: *“sostanze prive di potere nutritivo e impiegate a scopo non nutritivo, che si aggiungono in qualunque fase della lavorazione alla superficie o alla massa degli alimenti, per conservare nel tempo le caratteristiche chimiche, fisiche o chimico-fisiche, per evitarne l'alterazione spontanea o per impartire a essi particolari caratteristiche organolettiche (sapore, odore, aspetto e consistenza)”* (D.M. 31/3/1965).

Le sostanze ammesse vengono indicate con la lettera E seguita da un numero.

Alcuni additivi hanno **azione conservante**: gli **antimicrobici** e gli **antiossidanti**. Altri vengono usati per modificare le caratteristiche dell'alimento, a scopo commerciale, oppure entrano a far parte della lavorazione, preparazione dell'alimento: gelificanti, addensanti, emulsionanti, tensioattivi, coloranti, aromatizzanti (naturali e non), edulcoranti o dolcificanti.

Gli additivi andrebbero utilizzati solo quando:

- sono necessari e insostituibili (cioè il loro effetto non può essere ottenuto in altro modo, senza aggiungere sostanze chimiche);
- sono innocui alle dosi impiegate;
- non reagiscono con costituenti dell'alimento dando origine a sostanze tossiche o diminuendo il valore nutritivo;
- sono chimicamente puri e facilmente controllabili con analisi di laboratorio.

Vanno banditi quegli additivi utilizzati per sostituire le normali componenti dell'alimento o mascherarne eventuali alterazioni: questo uso è una **frode commerciale** (adulterazione o sofisticazione).

Tra gli **antimicrobici** vanno ricordati, oltre all'acido benzoico e sorbico e loro derivati, i **nitriti** e **nitriti**, che vengono aggiunti alla carne in scatola e agli insaccati per impedire lo sviluppo del *Clostridium botulinum*; nitriti e nitrati inoltre vengono utilizzati perché hanno anche la proprietà di mantenere il colore rosso delle carni; il loro impiego però crea grosse perplessità, poiché, in particolari condizioni, possono dare origine a nitrosammine, sostanze cancerogene.

Il consumo di carni in scatola e di salumi con nitriti dovrebbe essere limitato a occasioni sporadiche, in quanto è quello continuativo che è rischioso per la salute.

L'**anidride solforosa** viene aggiunta ai vini e altre bevande per il suo effetto antimicrobico: però la sua assunzione, oltre certi livelli, provoca vari disturbi, tra cui il classico “cerchio alla testa”.

Oltre all'azione antimicrobica, l'anidride solforosa ha una funzione **antimbrunimento** e permette il mantenimento del colore dei vini bianchi.

Anche i **solfiti** hanno questa azione antimbrunimento di cui si sono avvalsi i commercianti di carne per frodare i consumatori mascherando la putrefazione della carne macinata, conferendole un colore vivo e un aspetto fresco.

Gli **anti-ossidanti** evitano l'irrancidimento dei grassi; alcuni di essi sono prodotti naturalmente presenti negli alimenti (lecitine, ecc.), altri sono invece prodotti di sintesi. L'irrancidimento provoca alterazione delle caratteristiche organolettiche dell'alimento (olio o grasso) e perdita del valore nutritivo dello stesso.

### Atmosfera modificata e confezionamento sottovuoto

Gli alimenti non trattati possono essere conservati nei frigoriferi (refrigerazione) per tempi limitati (vedi tabella pag. seguente).

**Atmosfera modificata o atmosfera protetta.** Gli alimenti si conservano più a lungo se sottratti all'azione dell'ossigeno. Si utilizza quindi, per il contatto con gli alimenti, una miscela di gas di composizione diversa rispetto a quella atmosferica.

La composizione dell'aria atmosferica è approssimativamente la seguente: azoto 78%, ossigeno 21%, biossido di carbonio (anidride carbonica) 0,03%. Le atmosfere che si impiegano in alternativa contengono meno ossigeno o ne sono prive.

Nelle celle frigorifere, ad esempio, si possono utilizzare atmosfere protette di questo tipo: azoto 92-95%, ossigeno 3-4% e anidride carbonica 2-4%. La scelta quindi cade tra gli stessi gas presenti nell'atmosfera, ma cambia la composizione percentuale.

L'**azoto** è un gas praticamente inerte che ha il vantaggio di non consentire la riproduzione batterica e svolge un'azione inibente nei confronti degli irrancidimenti. L'azoto tende a disidratare l'alimento e quindi in genere viene miscelato con biossido di carbonio e ossigeno.

Il **biossido di carbonio (anidride carbonica)** è un gas che si dissolve facilmente nei liquidi e nel grasso che costituisce l'alimento, in questo modo inibisce la proliferazione batterica e la comparsa di muffe. Rallenta la maturazione dei vegetali. È però inadatto ai prodotti lattiero-caseari.

L'**ossigeno** inibisce lo sviluppo dei microrganismi anaerobi ma favorisce l'ossidazione e lo sviluppo dei microrganismi aerobi. Se usato a contatto con la carne ne mantiene il colore rosso per periodi brevi (5-6 giorni), oltre i quali ne provoca però l'ossidazione.

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

L'**atmosfera protetta** viene utilizzata nelle celle frigorifere a tenuta stagna dove è possibile controllare e mantenere costante la composizione dei gas immessi.

L'**atmosfera modificata** è utilizzata soprattutto nelle confezioni di prodotti destinati al consumo diretto come paste fresche e ripiene, insaccati e carni fresche. Il termine atmosfera modificata sta a indicare che la composizione dei gas immessi cambia a contatto con l'alimento per le interazioni reciproche e non c'è sistema per mantenerla costante come nel caso precedente. La composizione dell'atmosfera più adatta viene scelta in base al tipo di alimento da refrigerare: ad esempio nel caso delle salicce ha dato buoni risultati una atmosfera costituita per il 30% da ossigeno e per il 70% da azoto, mentre nel caso della pasta fresca si preferiscono miscele di biossido di carbonio e azoto.

L'atmosfera modificata è un metodo di conservazione indicato per alimenti refrigerati mentre è da evitare nel caso di alimenti da pastorizzare o da cuocere sottovuoto.

**Il confezionamento sottovuoto.** Per confezionare sottovuoto un alimento si pone l'alimento in un involucro di materiale plastico e si toglie tutta l'aria. Ciò avviene con l'ausilio di speciali macchine confezionatrici sottovuoto che si possono utilizzare anche in ristoranti e nel catering.

Gli alimenti possono essere confezionati crudi o cotti sottovuoto.

### Tempi di conservazione degli alimenti non trattati tenuti nei frigoriferi

Prodotto	Temperatura (°C)	Tempo di conservazione
Carne bovina	3-4	3-7 gg
Carne cruda tritata	3-4	12 ore
Carne cruda in pezzi	3-4	2-5 gg
Pollame	3-4	1-5 gg
Pesce fresco	1-2	1-3 gg
Formaggi freschi	4-5	3-8 gg
Insalata	4-5	2-4 gg
Spinaci freschi	4-5	1-3 gg
Frutta fresca	6-8	2-4 gg
Agrumi	6-8	1 settimana
Mele e pere	6-8	1 settimana
Ortaggi non acquosi	6-8	1 settimana

Per conservare più a lungo gli alimenti refrigerati si ricorre all'atmosfera controllata o modificata e al confezionamento sottovuoto.

#### Prodotto crudo

- Lavorazione preliminare, pulizia e taglio tradizionale
- Cottura
- Abbattimento rapido (entro 2 ore) della temperatura a +10 gradi
- Condizionamento sottovuoto

#### Etichettatura

Conservazione e stoccaggio  
(refrigerazione a +1/+3 gradi)

Il prodotto crudo può essere utilizzato direttamente o impiegato nella preparazione di altre vivande. Il prodotto crudo confezionato sottovuoto, in appositi involucri di materiale plastico resistente al calore, può essere anche cotto sottovuoto.

Il prodotto cotto può essere rigenerato portandolo alla temperatura di almeno 65 °C al cuore del prodotto, assemblato con salse e guarnizioni e presentato nel piatto.

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

### Contaminazione degli alimenti

Gli alimenti possono divenire fonte di guai per il nostro organismo, per effetto di errori alimentari o per la presenza, all'interno dell'alimento, di "qualcosa" di nocivo per la nostra salute, ossia:

- batteri patogeni o loro tossine;
- virus;
- altri micro e macroparassiti (funghi, protozoi, vermi);
- sostanze chimiche nocive;
- contaminanti radioattivi.

Gli alimenti contaminati non sono più sicuri per la salute ed espongono al rischio di malattie di vario tipo:

- intossicazioni e avvelenamenti;
- tossinfezioni alimentari;
- malattie infettive;
- tumori e altre malattie degenerative.

La contaminazione è, nella maggior parte dei casi, accidentale e avviene durante i vari "passaggi" dell'alimento, dal momento della sua produzione fino al momento in cui viene consumato.

Per alcuni alimenti, le sostanze tossiche sono naturalmente presenti nell'alimento (ad esempio i funghi velenosi), per altri ancora le sostanze tossiche sono state aggiunte volontariamente all'alimento, in genere nell'ambito di una frode commerciale (adulterazione, sofisticazione).

#### Frodi alimentari

La frode è un inganno commesso da una persona (o più persone) ai danni di altri. La **frode in commercio** è un reato, perseguibile per legge, compiuto da chi consegna a un acquirente una cosa per un'altra o comunque diversa da quella dichiarata, per origine, provenienza, qualità e quantità.

Il termine **frode alimentare** si riferisce alla produzione e al consumo di alimenti che non corrispondono alle prescrizioni di legge.

Ogni alimento e prodotto alimentare è definito per sua composizione, per

la sua origine e per le sue caratteristiche organolettiche; ha una sua data di produzione e un limite di tempo entro il quale va consumato.

Se l'alimento prodotto e messo in commercio non corrisponde a quanto previsto dall'etichetta, si ha una frode alimentare. Queste possono essere classificate in:

**1) alterazioni:** vendita di alimenti che hanno subito modificazioni nella loro composizione originaria per effetto di processi spontanei: ad esempio, vendita di latte inacidito, o di vino andato in aceto;

**2) adulterazioni:** produzione/vendita di alimenti la cui composizione è stata modificata quantitativamente riducendo così il valore commerciale e nutritivo che il prodotto dichiarato dovrebbe avere; tale modificazione viene ottenuta sottraendo, in tutto o in parte, sostanze nutritive (ad esempio, levando il grasso, ossia la "crema", dal latte, vendendolo poi come latte intero) oppure aggiungendo sostanze simili ma di minor qualità e pregio (e quindi di minor costo per il produttore o commerciante che guadagnerà di più alle spalle dell'ignaro consumatore), come nel caso dell'aggiunta di acqua al vino o al latte;

**3) sofisticazioni:** prodotti sottoposti a trattamenti per renderli simili ad altri prodotti più pregiati; ad esempio, l'aggiunta di un colorante giallo ad una pasta di semola per farla assomigliare alla pasta all'uovo e venderla come tale;

**4) contraffazioni:** prodotti sostituiti in tutto o in parte con altri meno pregiati; ad esempio, vendere margarina per burro; vendere come olio di oliva una miscela di olio di oliva e di olio di semi.

Le frodi alimentari vanno perseguite perché, oltre al danno economico, esse sono spesso causa di gravi at-

tentati alla salute del consumatore. La vendita di prodotti alimentari che hanno subito un'alterazione e l'utilizzo di ingredienti avariati nella produzione di alimenti rappresentano un fatto particolarmente grave perché in grado di danneggiare la salute di più persone contemporaneamente.

#### La contaminazione microbica

Gli alimenti rappresentano, per molte specie di microrganismi, un ambiente molto adatto per la loro sopravvivenza e per la loro riproduzione.

Quando un alimento è contaminato da un microrganismo, questo si riproduce rapidamente, cosicché già dopo alcune ore il numero di germi presenti nell'alimento è enorme.

I germi si nutrono delle sostanze che compongono l'alimento e producono sostanze di rifiuto che si accumulano nell'alimento, rendendolo poco adatto per la nostra nutrizione (alterazione delle caratteristiche organolettiche: sapore, odore, consistenza ecc.). Se i microrganismi sono patogeni, inoltre, possono produrre tossine e rendere l'alimento nocivo per la salute.



I microrganismi sono visibili al microscopio (ottico - nella foto - o elettronico).

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

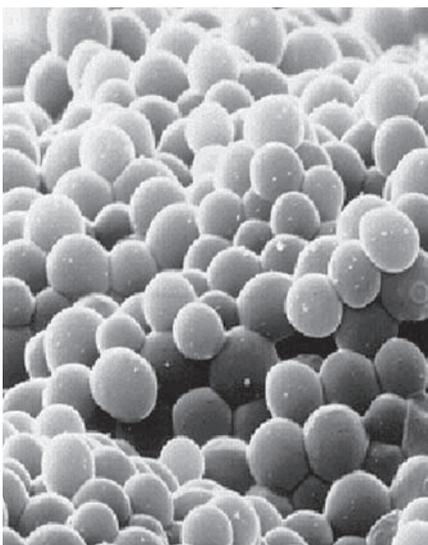
Tra i microrganismi che possono contaminare gli alimenti, particolare importanza hanno i batteri, i lieviti e le muffe. Anche i virus possono contaminare i cibi e causare malattie infettive, come l'epatite virale di tipo A.

**Lieviti e muffe.** Lieviti e muffe sono organismi microscopici che appartengono al regno dei funghi.

I **lieviti** sono **funghi unicellulari** di forma rotondeggiante dalle dimensioni di 5-10 micron; come tutti gli altri funghi, sono **eucarioti** (le cellule hanno nucleo visibile e provvisto di membrana nucleare). Si riproducono per **gemmazione**: la nuova cellula si sviluppa come una gemma, una piccola protuberanza della cellula madre, dalla quale poi si stacca.

I lieviti si sviluppano in presenza di zuccheri e sono importanti nel settore alimentare perché fermentano gli zuccheri producendo **alcol** (fermentazione alcolica) e **anidride carbonica**.

Vengono perciò utilizzati nella produzione del vino e della birra e per far "lievitare" il pane: infatti, l'anidride carbonica prodotta è un **gas** e fa "gonfiare" la pasta del pane, della pizza e di tutti gli altri alimenti lievitati (brioche ecc).

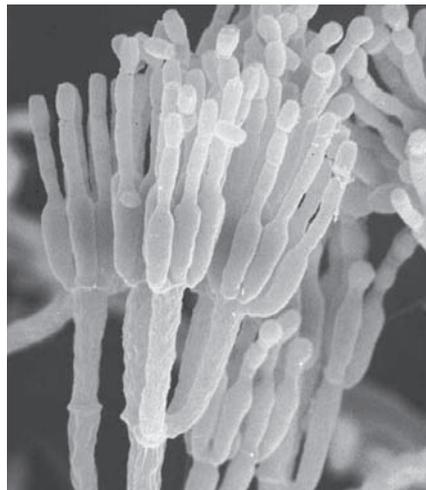


Lievito di birra al microscopio elettronico.

Il lievito ha un alto contenuto di vitamine del gruppo B e viene utilizzato anche come integratore alimentare.

Tra i vari lieviti vanno ricordati quelli appartenenti al genere *Saccharomyces*, come il lievito di birra (*Saccharomyces cerevisiae*), utilizzati sia nella produzione del vino e della birra, sia nella panificazione.

Le **muffe** sono microrganismi pluricellulari, costituiti da un intreccio di ife, alle cui estremità si sviluppa lo sporangio, che contiene le spore riproduttive. Si sviluppano facilmente in ambiente acido (pH 5,5) e a temperature di 15-30 °C; muoiono a 60-65 °C, per cui vengono distrutte, eliminate col trattamento della **pastorizzazione**.



Muffa del genere *Penicillium* al microscopio elettronico.

Le muffe sono responsabili dell'**alterazione** di molti alimenti, come il pane, le farine, i cereali in generale, il latte e i suoi derivati (burro, formaggi, yogurt), la carne, la frutta e le verdure.

Le muffe del genere *Penicillium* si ritrovano spesso sugli agrumi (arance, limoni) dove formano una patina bluverdastra; allo stesso genere appartiene il *Penicillium notatum*, che produce la **penicillina** (il primo antibiotico scoperto da Alexander Fleming) e i *Penicillium camemberti* e *roqueforti*,

che intervengono nella maturazione di alcuni famosi formaggi francesi (Camembert e Roquefort).

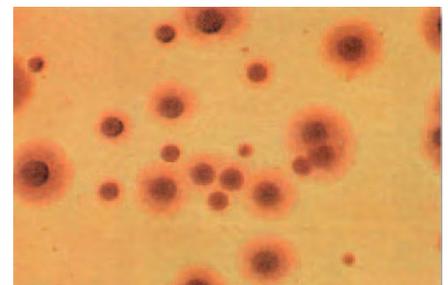
Un altro genere di muffe è l'*Aspergillus*, che contamina farine e cereali e può produrre sostanze molto tossiche, come le **aflatossine**.

### I batteri

I batteri sono organismi unicellulari invisibili a occhio nudo, sono cioè dei microrganismi. Per osservarli è necessario utilizzare il microscopio ottico e, per studiarli nei più fini dettagli, il microscopio elettronico.

La cellula batterica è detta **procariota**, perché il suo nucleo (*carios*, in greco), costituito da un solo cromosoma (costituito a sua volta da un filamento di DNA circolare), non è visibile al microscopio ottico: manca, infatti, la **membrana nucleare**, che nelle cellule **eucariote** (animali e vegetali) separa il nucleo con i suoi cromosomi dal citoplasma. Il citoplasma è delimitato dalla membrana cellulare e all'esterno della membrana cellulare è presente una **parete cellulare** rigida (che dà la forma ai batteri) e, a volte, una capsula gelatinosa protettiva.

Diverse specie (batteri sporigeni) sono in grado di resistere in condizioni ambientali sfavorevoli (temperature elevate, fino a più di 100 °C, oppure temperature molto basse, carenza di materiali nutritivi, radiazioni ultraviolette, disinfettanti ecc.), trasformandosi in spore.

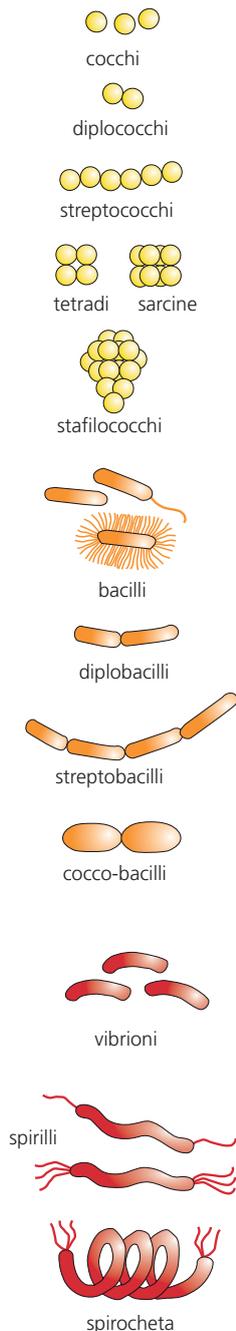


I batteri, riproducendosi, formano spesso ammassi di cellule visibili a occhio nudo che vengono detti colonie. Tuttavia in ogni colonia, i singoli batteri sono indipendenti tra loro.

**Conservazione e contaminazione degli alimenti**

I batteri possono essere distinti, in base alla loro forma, in:

- **cocchi**, di forma sferica;
- **bacilli** (o batteri propriamente detti), di forma cilindrica, a bastoncino;
- **vibrioni**, ricurvi, a virgola;
- **spirilli** e **spirochete**, avvolti a spirale.



Cocchi e bacilli, quando si riproducono, rimangono spesso uniti a formare coppie (**diplococchi** e **diplobacilli**), catenelle (**streptococchi** e **streptobacilli**) o grappoli (**stafilococchi**) di batteri.

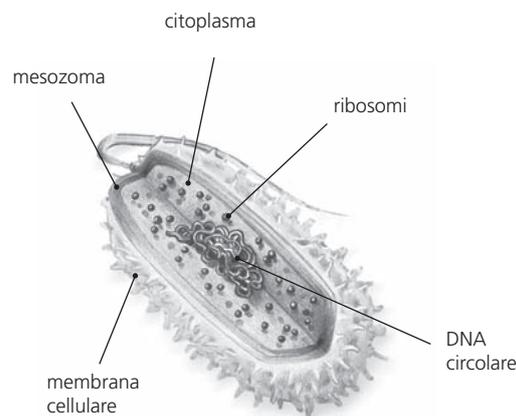
Tutti i batteri, coltivati con opportuni terreni di coltura in apposite piastre, formano **colonie** visibili a occhio nudo.

La colorazione di Gram (ideata nel 1884 da Christian Gram) consente di distinguere al microscopio ottico i batteri in due categorie:

- batteri **Gram positivi** (Gram +), colorati in blu-viola;
- batteri **Gram negativi** (Gram -), colorati in rosa-rosso.

**Ciclo vitale dei batteri.** Come tutti gli organismi viventi, anche i batteri necessitano di sostanze nutritive per crescere e riprodursi.

Le esigenze nutritive dei microrganismi variano da specie a specie, poiché ogni specie batterica è in grado di produrre enzimi diversi e utilizzare sostanze più o meno complesse.



La cellula procariotica: il materiale nucleare (una lunga molecola di DNA circolare) è immerso nel citoplasma; manca la membrana nucleare e il nucleo non è visibile al microscopio ottico. A lato: le varie forme dei batteri.

Tutti necessitano degli elementi di cui sono composti: carbonio, idrogeno, ossigeno (acqua), azoto, zolfo, fosforo; tuttavia possiamo distinguere due grosse categorie in base alla capacità di utilizzare il carbonio dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub> composto inorganico):

- gli **autotrofi** che utilizzano l'anidride carbonica come fonte di carbonio;
- gli **eterotrofi** che necessitano, come fonte di carbonio, di composti organici, come il glucosio.

Dai composti organici del carbonio tutti i microrganismi ricavano, per ossidazione o fermentazione, energia utilizzabile per il loro sviluppo: gli autotrofi possono produrre questi composti a partire dal carbonio inorganico (CO<sub>2</sub>); gli eterotrofi, invece, devono introdurli già preformati.

La **temperatura** è un fattore importante per lo sviluppo microbico. Oltre una certa temperatura (60 °C), la maggior parte dei batteri muore. Al di sotto degli 0 °C la riproduzione batterica viene bloccata. Tutti i germi hanno una loro temperatura ottimale, alla quale si riproducono più velocemente. Essi vengono perciò distinti in: mesofili, termofili, psicrofili e psicrotrofi.



## Conservazione e contaminazione degli alimenti

I **mesofili** hanno temperatura ottimale di sviluppo compresa tra i 20 ed i 40 °C: tra questi vi sono molti germi patogeni che crescono bene alla temperatura corporea (37 °C).

I **termofili** hanno temperatura ottimale compresa tra 45 e 60 °C; alcuni si riproducono (ma più lentamente) anche a temperature più basse (20-40°C), altri sono invece termofili obbligati, cioè si riproducono solo in quell'intervallo di temperature più elevate.

Gli **psicrofili** crescono meglio a 15-20 °C, ma possono riprodursi anche a temperature di 0 °C o meno e quindi anche nei cibi refrigerati, dove possiamo trovare anche gli **psicrotrofi**, che crescono solo a temperature inferiori a 15 °C (alcuni anche a meno di -7 °C).

Alcuni metodi di conservazione utilizzano le basse temperature per bloccare la riproduzione dei germi, altri le alte temperature per distruggerli (oltre i 70-80 °C). Le basse temperature dei frigoriferi consentono lo sviluppo dei microrganismi psicrofili, che possono alterare l'alimento; fortunatamente i germi patogeni per l'uomo sono mesofili e non si riproducono alle basse temperature (4-5 °C). Mantenere il cibo "in caldo", a temperatura di 30-40 °C, favorisce, invece, lo sviluppo dei germi patogeni.

Invece una temperatura di 60-65 °C consente, la distruzione della maggior parte dei microbi patogeni, anche se le spore sopravvivono a temperature superiori a 100 °C.

**Ossigeno e anidride carbonica** influenzano la crescita dei microrganismi che perciò sono suddivisi in 4 gruppi:

- **aerobi obbligati**: crescono bene in presenza di ossigeno (si procurano energia dalla **ossidazione** dei principi nutritivi);
- **anaerobi obbligati**: crescono bene solo in assenza di ossigeno, producendo energia dalla **fermentazione** degli zuccheri o dalla **putrefazione** delle proteine;

● **aerobi-anaerobi facoltativi**: si riproducono sia in presenza che in assenza di ossigeno;

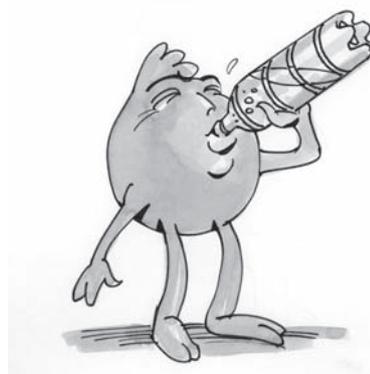
● **microaerofili**: crescono solo se l'ossigeno è presente in piccole quantità, inferiori a quelle normalmente presenti nell'aria.



I batteri aerobi necessitano di ossigeno.

La presenza di **ossigeno**, ossia il contatto con l'aria, è necessario per la sopravvivenza delle muffe e dei batteri aerobi; tuttavia, alcune delle più gravi intossicazioni alimentari sono causate da batteri anaerobi, che si moltiplicano proprio in alimenti isolati dall'aria e dall'ossigeno.

Anche l'**acqua (umidità)** è indispensabile per la riproduzione dei microrganismi: a bassa umidità possono riprodursi solo le muffe e i germi **osmofili**; crescendo la percentuale di acqua vediamo riprodursi i lieviti e infine i batteri.



I microrganismi necessitano di acqua per riprodursi.

Gli alimenti ricchi d'acqua (latte, creme ecc.) sono perciò più facilmente contaminati dai microrganismi, e devono essere conservati in frigorifero (a basse temperature) e consumati entro un numero limitato di giorni; alimenti più poveri di acqua, come i legumi secchi, i cereali, le paste alimentari secche, si mantengono più a lungo nel tempo ed è meno probabile la loro contaminazione microbica.

L'essiccamento, ossia la sottrazione di acqua dall'alimento, è un efficace metodo di conservazione utilizzato per molti alimenti.

Infine, anche il grado di acidità (pH) dell'ambiente influenza le capacità di sopravvivenza e riproduzione dei batteri, essendo la maggior parte di essi incapace di sopravvivere in ambienti fortemente acidi.



Alcuni batteri non sopravvivono in ambienti acidi.

L'**acidità** rende perciò un alimento più resistente alla contaminazione.

Alimenti acidi come le fragole, i mirtilli, i limoni (pH basso: 2-2,5) vengono contaminati più raramente rispetto ad altri come il latte, la carne, i formaggi.

La conservazione sott'aceto, rendendo l'alimento più acido, lo preserva dalla contaminazione, anche se è frequente lo sviluppo di muffe (che

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

prediligono un ambiente leggermente acido) nei barattoli di sottaceti aperti.

In condizioni ambientali favorevoli (in presenza cioè di ampia disponibilità di nutrienti, di temperatura, umidità e pH adatti) la crescita dei batteri è molto rapida: essi sono in grado di riprodursi in soli 20-30 minuti. Così, in poche ore, da una singola cellula batterica si possono ottenere miliardi di batteri.

Il **tempo** che intercorre tra la preparazione e il consumo dell'alimento è un altro fattore di notevole importanza per la contaminazione microbica, sia perché più tempo passa e più occasioni di contaminazione si possono verificare, sia perché, una volta contaminato l'alimento, più passa il tempo e maggiore sarà il numero di germi in esso presenti.

### Le spore

In condizioni ambientali sfavorevoli, la maggior parte dei batteri muore. Alcune specie (**batteri sporigeni**) sono, invece, in grado di sopravvivere, producendo un guscio protettivo detto **spora**.

Le spore dei batteri possono così sopravvivere per anni, come in letargo, senza riprodursi; quando le condizioni ambientali tornano a essere favorevoli, i batteri si liberano dalla spora (**germinazione**) e riprendono la loro attività. Le spore sono particolarmente resistenti alle alte temperature (non vengono distrutte neanche a 100 °C) ed è per questo che i batteri sporigeni sono spesso responsabili di tossinfezioni alimentari.

### Batteri, alimenti e malattie

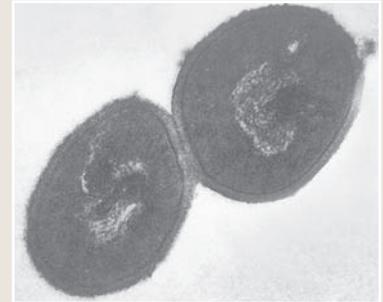
I batteri sono diffusi ovunque. Come **decompositori** hanno una notevole importanza nei cicli biologici, perché degradano le sostanze organiche degli organismi morti, liberando nell'ambiente (suolo, acqua, aria) le sostanze inorganiche, che verranno poi assor-

### La scissione di una cellula batterica

Il processo riproduttivo nei batteri è detto scissione binaria ed è molto meno complesso della mitosi delle cellule eucariote: una volta duplicato il cromosoma, il batterio si divide in due cellule più piccole che, crescendo, raggiungono le dimensioni della cellula madre e si dividono nuovamente.

Alcune specie batteriche sono in grado di trasferire parte del loro DNA da una cellula all'altra, in un processo chiamato coniugazione. La parte di DNA che viene trasferita è detta plasmide ed è un anello circolare di DNA costituito da alcuni geni che, trasferiti alla cellula batterica che lo riceve, conferiscono ad essa nuove proprietà (ad esempio la resistenza a un antibiotico).

I plasmidi vengono sfruttati, attualmente, dall'ingegneria genetica, perché possono essere utilizzati per trasferire geni da una cellula all'altra: ad esempio, inserendo il gene dell'insulina umana in un plasmide possiamo far produrre l'insulina umana ai batteri, producendola così in gran quantità e a prezzi convenienti.



bite dalle piante, ritrasformate in composti organici e reintrodotte nella catena alimentare.

Molti batteri eterotrofi trovano negli alimenti l'ambiente ideale per la loro riproduzione e alcuni di essi vengono sfruttati proprio per la produzione e trasformazione di particolari alimenti, come lo yogurt.

Tuttavia, la contaminazione degli alimenti da parte dei batteri (o di altri microrganismi) può alterare le loro caratteristiche organolettiche (odore, sapore, colore, consistenza) rendendoli inadatti al consumo.



Il *Lactobacillus bulgaricus* è un batterio "buono": fermenta il lattosio, trasformando il latte in yogurt.

Se contaminati da batteri patogeni, gli alimenti possono diventare veicoli di trasmissione di malattie (malattie infettive come il tifo o il colera, intossicazioni e tossinfezioni alimentari).

I batteri patogeni si riproducono facilmente all'interno dell'organismo umano e la loro azione dannosa è determinata dalla produzione di sostanze tossiche dette **tossine**, distinte in esotossine ed endotossine.

Le **esotossine** sono sostanze termolabili (vengono distrutte dal calore), prodotte da alcuni batteri come il *Clostridium botulinum*, che produce la tossina (esotossina) botulinica, responsabile della più grave intossicazione alimentare, il **botulismo**.

Le **endotossine** sono, invece, componenti polisaccaridiche della parete cellulare di alcuni batteri Gram negativi, come le Salmonelle, che si liberano quando la cellula batterica si disgrega e muore. Sono resistenti al calore e spesso causa di **tossinfezioni alimentari**.

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

### Contaminazione endogena ed esogena

La presenza di microrganismi patogeni negli alimenti è la conseguenza di una **contaminazione** che può essere:

- 1) **endogena**, quando l'alimento contiene già all'origine i microrganismi patogeni: è il caso degli alimenti di origine animale (carne, pesce, uova in particolare), provenienti da animali infetti (malati o portatori sani di germi patogeni). I controlli veterinari sono perciò molto importanti per prevenire questo tipo di contaminazione; anche la corretta esecuzione delle procedure di macellazione ha un ruolo importante per prevenire la diffusione dei microbi dall'intestino dell'animale alla carne;
- 2) **esogena**, quando i germi provengono dall'esterno, attraverso vie più o meno complesse.



Se le galline sono infette, l'uovo spesso risulta contaminato all'origine.

Lo studio delle **vie di trasmissione** dei microrganismi che contaminano gli alimenti è molto importante per la prevenzione della contaminazione esogena e delle malattie a essa correlate.

### Le fonti di infezione

I germi patogeni per l'uomo si riproducono all'interno di organismi viventi: esseri umani o animali malati o portatori "sani". Il portatore "sano" è un individuo infetto che non presenta sintomi da malattia, ma è comunque contagioso. Esseri umani o animali infetti

rappresentano la **fonte di infezione**. Dalla fonte di infezione i microbi si diffondono nell'ambiente e possono raggiungere e contaminare gli alimenti per via diretta o indiretta.

### Contaminazione diretta

Quando la fonte di infezione è l'uomo, gli alimenti possono essere direttamente contaminati dall'individuo infetto, raramente malato, più spesso portatore "sano" (asintomatico). Un soggetto può essere infetto ma non malato perché:

- 1) si trova nella fase di **incubazione**, nella quale l'infezione c'è ma non è ancora abbastanza estesa da causare la malattia;
- 2) ha sviluppato l'**infezione** in forma lieve, **asintomatica**: è contagioso per un certo periodo, ma non ha disturbi che possano rivelarlo;
- 3) è guarito clinicamente dalla malattia, ma nel periodo di **convalescenza** è ancora infetto e contagioso per alcune settimane;
- 4) ha avuto la malattia o una infezione asintomatica, ma l'**infezione** è diventata **cronica** e l'individuo per anni resta contagioso.

### Le vie di trasmissione

I microbi vengono "liberati" nell'ambiente dalla fonte di infezione attraverso diverse vie:

- **le vie respiratorie**: colpi di tosse, starnuti e goccioline di saliva emesse parlando possono raggiungere direttamente l'alimento e, se contengono germi patogeni, lo contaminano. È opportuno, perciò, mettere la mano davanti alla bocca quando si tossisce e utilizzare apposite mascherine durante la preparazione di alimenti facilmente contaminabili, come le creme, i gelati ecc.;
- **la pelle**: è frequente la presenza di stafilococchi in foruncoli o ferite infette; in questi casi il personale addetto alla ristorazione deve utilizzare

guanti in lattice, che non lasciano diffondere i germi all'alimento, oppure deve astenersi dal contatto con gli alimenti stessi;

- **l'intestino e le feci**: molto spesso le malattie correlate alla contaminazione microbica degli alimenti si trasmettono attraverso il **circuito oro-fecale**; i microbi vengono introdotti per bocca (oro), si riproducono nell'intestino e vengono poi eliminati all'esterno con le feci (fecale). Per evitare la diretta contaminazione dei cibi, è doveroso lavarsi scrupolosamente le mani ogni volta che si va in bagno.



Una possibile trasmissione dei batteri all'alimento per via respiratoria.

### Contaminazione indiretta: veicoli e vettori

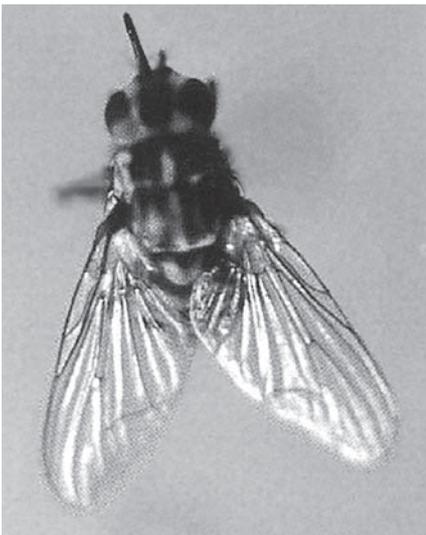
In questo caso la fonte di infezione (uomo o animale) libera nell'ambiente i germi patogeni, che raggiungono e contaminano gli alimenti attraverso particolari "mezzi di trasporto": i veicoli e i vettori;

- **i veicoli** sono oggetti attraverso i quali avviene la trasmissione dei germi patogeni all'alimento. Distinguiamo **veicoli inerti**, nei quali i germi sopravvivono ma non si riproducono (ad esempio un tovagliolo sporco);

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

**veicoli favorenti** nei quali i microrganismi possono anche riprodursi (ad esempio molti alimenti); **veicoli ostacolanti**, nei quali la sopravvivenza dei microbi è resa difficile (come ad esempio le bevande alcoliche, gli alimenti acidi ecc.);

- **i vettori** sono, invece, piccoli esseri viventi in grado di trasportare i germi patogeni dalla fonte di infezione o dall'ambiente agli alimenti. Insetti e roditori rappresentano gli esempi più tipici. I vettori vengono distinti in: **vettori passivi** (mosche, scarafaggi), che si limitano a trasportare i germi senza intervenire sulla loro riproduzione e **vettori attivi** (come le zanzare *Anopheles* nella malaria) che partecipano al ciclo riproduttivo del germe.



Le mosche si cibano di materiali organici in decomposizione, presenti in gran quantità nelle feci; quindi volano sugli alimenti, contaminandoli con i germi patogeni "prelevati" dalle feci.

### Contaminazione crociata

La contaminazione può trasferirsi da un alimento a un altro attraverso un "veicolo" intermedio che può essere rappresentato: dalle mani dell'uomo, dalla biancheria, dalle stoviglie, dagli utensili o altre attrezzature.

Per evitare questo tipo di contaminazione è importante prevedere una precisa organizzazione delle fasi di preparazione degli alimenti.

### Le tossinfezioni alimentari

Sono malattie causate da alimenti contaminati da germi patogeni (**infezioni alimentari**) o da **tossine** da essi prodotte (**intossicazioni alimentari**); provocano disturbi prevalentemente a carico dell'apparato digerente. Le più frequenti tossinfezioni alimentari sono le **salmonellosi**, causate da molte specie di *Salmonella*.

Altri batteri provocano tossinfezioni alimentari con sintomatologia simile; tra questi ricordiamo l'*Escherichia coli* enteritogeno, lo *Stafilococcus aureus* enterotossico, le Shigelle, il *Vibrio* parahaemolyticus, il *Clostridium welchii* e *perfringens*, il *Bacillus cereus*.

Un discorso a parte merita invece il *Clostridium botulinum*, responsabile della più grave (ma per fortuna non frequentissima) intossicazione alimentare: il **botulismo**.

Gli alimenti e le bevande possono, inoltre, essere veicolo per la trasmissione di molte **malattie infettive**, che talora possono dare origine a gravi epidemie; tra queste ricordiamo: il **tifo addominale** e il **paratifo**, il **colera**, l'**epatite virale di tipo A**.

Altre malattie trasmesse dagli alimenti sono: la tubercolosi, la brucellosi, la difterite, la dissenteria bacillare (causata dalla *Shigella dysenteriae*) e quella amebica (causata da un protozoo, l'*Ameba* istolitica, che contamina frequentemente, in certe nazioni, l'acqua potabile); malattie parassitarie provocate da altri protozoi (*Giardia enterica*), plattelminti (la *Taenia solium* o verme solitario; la tenia saginata; l'*Echinococcus* ecc.), nematelminti (ascaridi, ossiuri ecc.).

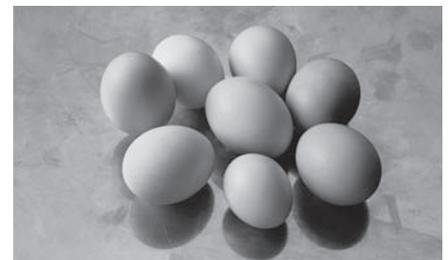
### Le salmonellosi

Le **salmonelle** sono batteri Gram negativi; possono essere distinti nume-

rosissimi ceppi, anche se quelli più pericolosi sono solo una cinquantina. Appartengono alla famiglia delle Enterobacteriaceae, come le Shigelle e l'*Escherichia coli*, e sono responsabili di molti casi di **tossinfezioni alimentari**, dovute sia all'elevata carica batterica, sia alla produzione di tossine (distrutte tuttavia con il calore, così come i microrganismi stessi). Questi microrganismi mesofili si sviluppano bene sia a temperatura ambiente sia nel nostro organismo (37 °C), ma non si sviluppano a pH acido, inferiore a 5,5.



Sembra un baco da seta: si tratta invece della *Salmonella* ingrandita al microscopio elettronico.



Le uova e gli alimenti con esse prodotti (creme, gelati ecc.) possono risultare infette da *Salmonella* e causare quindi salmonellosi.

Le cause più frequenti di tossinfezioni da salmonelle (**salmonellosi**) sono la cottura irregolare e incompleta dell'alimento, il raffreddamento troppo lento e il suo mantenimento a temperatura ambiente, le scarse condizioni igieniche di chi manipola i cibi e la contaminazione crociata.

L'alimento contaminato non presenta odori o sapori anormali e non desta quindi sospetti.

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

Il periodo di incubazione è di circa 1-3 giorni, durante i quali le salmonelle si riproducono nell'intestino, provocando cefalee, dolori addominali, diarrea, brividi, vomito e disidratazione.

In genere, la tossinfezione si risolve in 3-7 giorni, anche se bambini, anziani e convalescenti possono avere conseguenze più gravi.

Le salmonelle si trovano in uova, maionese, pollame, carni di maiale, hamburger, pesci e molluschi cresciuti in acque contaminate; sono presenti anche nelle feci di uomini e animali.

Le **salmonelle typhi** e **paratyphi** causano invece patologie più gravi (**tifo** e **paratifo**): la prima si manifesta soprattutto in seguito a ingestione di latte e frutti di mare, la seconda in seguito al consumo di pollame, uova, latte e derivati.

### Altre cause di tossinfezioni alimentari

Le **Shigelle** possono essere causa di gravi **dissenterie**. Lo **Staphilococcus aureus** è normalmente presente nella bocca, nel naso, nella faringe e sulla cute dell'uomo, soprattutto in piccole lesioni, tagli, ferite o foruncoli.

Questo microrganismo viene distrutto dalla cottura, ma alcuni ceppi se sono presenti in alimenti a temperatura ambiente (in particolare in carni, polpettoni, pollame, hamburger, preparazioni a base di formaggi e uova, dessert a base di creme e budini) producono un'**enterotossina** termostabile che resiste sia alle temperature molto basse, sia alle normali cotture, poiché si inattiva solo se mantenuto a 100 °C per 30-40 minuti.

Gli alimenti non presentano variazioni del proprio odore e sapore, ma dopo 2-6 ore dall'ingestione compaiono i primi sintomi: nausea, vomito, diarrea, crampi addominali e senso di prostrazione. Questi problemi si risolvono generalmente in modo benigno in 1-2 giorni.

Tra gli altri microrganismi, il **Campylobacter** è frequente in pollame, carni, latte e acque, mentre la **Lysteria monocytogenes**, diffusissima negli allevamenti e frequente in polli e formaggi, è stata la responsabile di alcune forme di meningite; il **Vibrio cholerae** causa invece seri problemi (una grave malattia: il **colera**), imputabili all'ingestione di molluschi e ortaggi crudi da esso contaminati.

I **Clostridi** sono microrganismi anaerobi, che vivono quindi in assenza di ossigeno e che possono essere presenti anche in prodotti conservati sottovuoto o sott'olio.

Sono **sporigeni**, in grado cioè di produrre, quando le condizioni dell'ambiente sono loro sfavorevoli, **spore** resistenti alle alte e basse temperature, nonché ad acidi e alcoli.

Normalmente si trovano nel terreno e possono quindi contaminare alimenti sia vegetali sia animali.

Il **Clostridium perfringens** è diffuso ovunque e la sua sorgente principale è rappresentata dall'intestino umano. Si trova in carne, pollame e altri alimenti proteici non cotti perfettamente e lasciati a lungo a temperatura ambiente o in espositori presenti in bar o mense. Dopo 8-24 ore dall'ingestione provoca diarrea, febbre, brividi, eventualmente nausea e vomito, evolvendo in un quadro che si risolve con esito favorevole in breve periodo (anche un giorno solamente).



### Il botulismo

Il **Clostridium botulinum** è invece molto più pericoloso; generalmente lo si trova sotto forma di spora in conserve sott'olio preparate in casa, ma, raramente, può essere presente anche in prodotti industriali.

Gli alimenti più frequentemente soggetti alla sua contaminazione sono i vegetali non ben lavati, ma talvolta può trovarsi anche in prodotti ittici e carni, sia cotti che crudi, eventualmente anche conservati sottovuoto o sott'olio. Molto raramente si trova nei latticini.

Il botulismo è la più grave intossicazione alimentare. Il **Clostridium botulinum** produce, in ambiente privo di ossigeno come le conserve e le confezioni sottovuoto (mal sterilizzate), una **neurotossina** termolabile, che agisce sui centri nervosi. I primi sintomi (2 ore - 6 giorni) sono nausea, vomito e dolori addominali, ai quali nel giro di poche ore si aggiungono cefalea, sdoppiamento della vista, vertigini, stordimento, stipsi, debolezza e, infine, paralisi respiratoria, che può condurre alla morte anche in soli 2-3 giorni.

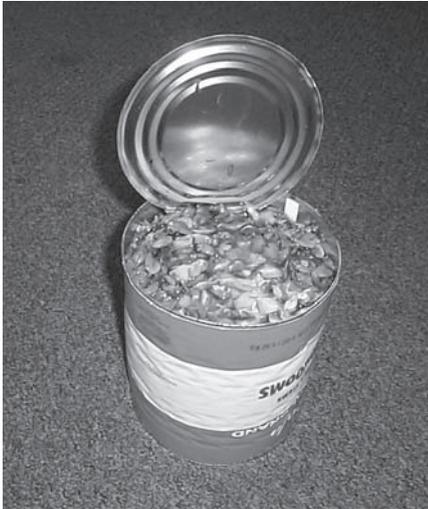
Generalmente sono colpiti gruppi di persone appartenenti alla stessa famiglia o alla stessa collettività.

Gli alimenti in causa sono soprattutto quelli conservati in scatola e le conserve, specie quelle fatte in casa, perché le spore sopravvivono alla sterilizzazione se non effettuata correttamente, e trovano poi le condizioni ideali per trasformarsi nella forma vegetativa (cioè anaerobiosi, un pH oscillante tra 4,6 e 9 e una temperatura tra i 18 e i 25 °C).

Alimenti a rischio sono ancora le salsicce (il termine botulismo deriva infatti dal latino *botulus* = salsiccia) e i prosciutti. In Italia si sono verificati casi dovuti a peperoni e fagiolini sott'olio. Le conserve di pomodoro sono meno rischiose perché sono acide e perché vengono poi bollite.

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

Il sospetto si deve avanzare quando, aprendo una scatola, si avverte un odore acre di acido butirrico (burro rancido).



Se si nota un leggero rigonfiamento del coperchio di vasetti o barattoli di vetro o a banda stagnata, si ricordi di non aprire né buttare queste confezioni, ma di consegnarle invece alla ASL per gli opportuni accertamenti, in quanto la presenza di sostanze gassose può denunciare la presenza di una contaminazione batterica e potrebbe anche essere un indizio della presenza della pericolosissima tossina botulinica.

### Le parassitosi intestinali

Tra i parassiti, la *Taenia solium*, la *Taenia saginata*, l'*Echinococco* e la *Trichinella spiralis* sono quelli più frequenti nei prodotti carnei.

La *Taenia solium* e la *Trichinella spiralis* sono presenti nelle carni di suino crude o non ben cotte e possono causare parassitosi anche gravi; la *Taenia saginata* è invece più frequente nelle carni bovine.

L'anisakis si trova nel pesce crudo o poco cotto. Ameba, giardia, fasciola epatica, ascaridi e ossiuri sono invece frequenti nei vegetali, che se consumati crudi possono causare anch'essi parassitosi a volte piuttosto gravi.

La cottura, ma anche la conservazione a  $-10/-15^{\circ}\text{C}$  garantiscono comunque la distruzione di tutti questi parassiti.

### La carne bovina e il "morbo della mucca pazza"

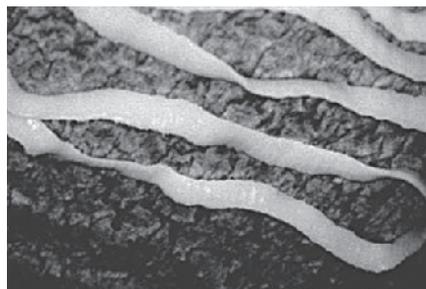
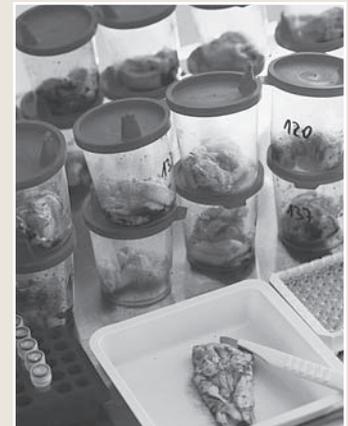
Nel corso degli anni novanta, alle già note malattie provocate da alimenti contaminati da microrganismi come i batteri, i virus, le muffe o dalle loro tossine, si è aggiunta una nuova patologia, trasmessa attraverso la carne bovina (in particolare cervello, midollo spinale e altre "frattaglie"), contaminata da stranissimi agenti infettivi: i **prioni**.

I prioni sono proteine anomale capaci di autoriprodursi lentamente, all'interno delle cellule nervose che infettano, fino a distruggerle per liberarsi e infettare altre cellule.

Essi provocano perciò gravi malattie degenerative del sistema nervoso e colpiscono alcune specie animali, come gli ovini (la malattia negli ovini si chiama "scrapie") e i bovini, nei quali causano la BSE o Encefalopatia Bovina Spongiforme, conosciuta col nome di "**morbo della mucca pazza**".

La pratica diffusa da qualche decennio di integrare l'alimentazione dei bovini con farine animali (ottenute dalle carcasse di animali morti) ha determinato la diffusione di questa malattia tra i bovini, in particolare in Gran Bretagna.

Purtroppo, oltre al grave danno per gli allevatori che vedevano i loro bovini ammalarsi e morire di BSE, il vero problema che si è evidenziato è che il prione che causa il morbo della mucca pazza può essere trasmesso anche all'uomo che si ciba della carne dei bovini infetti (almeno di quella carne – come il cervello o le parti vicine al midollo – a contatto con le cellule e le fibre nervose infettate) e può provocare una grave malattia degenerativa del sistema nervoso (il **morbo di Creutzfeld-Jacob**).



*Taenia solium*.

### Contaminazione chimica

**Intossicazioni acute e croniche.** La presenza di sostanze chimiche tossiche negli alimenti determina l'insorgenza di intossicazioni o avvelenamenti.

Le intossicazioni possono essere:

- **acute:** se si manifestano poco dopo l'ingestione dell'alimento;
- **croniche:** se i danni compaiono lentamente, dopo lunghi periodi di assunzione della sostanza tossica.

Un'**intossicazione acuta** si può avere per l'ingestione di piccolissime quantità di sostanze molto tossiche, oppure anche per l'ingestione di quantità più consistenti di sostanze dotate di scarsa tossicità.

Ad esempio, l'ingestione di piccolissime quantità di tossina botulinica (1 milionesimo di grammo!) può determinare anche la morte in poco tempo; per ottenere un'intossicazione acuta

## Conservazione e contaminazione degli alimenti

da alcool etilico occorre invece ingerirne elevate quantità.

L'**intossicazione cronica** è invece determinata dall'ingestione ripetuta nel tempo di piccole dosi di sostanze tossiche singolarmente non particolarmente nocive, ma che, per fenomeni di accumulo, possono determinare, dopo mesi o anni, la comparsa di malattie anche gravi.

Ad esempio, l'ingestione giornaliera di piccole quantità di alcol non crea immediatamente gli stessi disturbi dell'intossicazione acuta, ma, lentamente, danneggia il fegato, fino a determinare la comparsa di cirrosi epatica.

### Cause di intossicazione alimentare

Le intossicazioni e gli avvelenamenti di origine alimentare sono causati da:

#### 1) alimenti velenosi o tossici per loro natura:

**a) i funghi velenosi**, in particolare l'*Amanita muscaria* e l'*Amanita phalloides*; quest'ultima è in grado di provocare la morte nell'80-90% dei casi di avvelenamento;

**b) alcuni molluschi e pesci esotici** (producono sostanze tossiche);

**c) legumi crudi e cereali**: contengono fattori anti-enzimatici, come l'anti-tripsina, che ostacolano la digestione degli alimenti; la cottura, fortunatamente, elimina questi fattori, poco resistenti al calore, rendendo più digeribili tali alimenti;

**d) patate esposte alla luce**: producono alcune sostanze tossiche (solanina e solanidina) che disturbano la trasmissione degli impulsi nervosi;

**e) semi oleosi e farine mal conservate**: possono essere contaminate da muffe che producono tossine, tra le quali sono molto dannose le **aflatossine** che provocano cirrosi epatica e tumori al fegato. In questo caso siamo già nel secondo gruppo di avvelenamenti, descritto qui di seguito;

#### 2) cibi contaminati. Moltissime sostanze chimiche possono contaminare gli alimenti, determinando poi effetti tossici acuti o cronici. Tra le tante si segnalano:

**a) gli antiparassitari**: utilizzati in agricoltura per distruggere i parassiti delle piante, possono giungere all'uomo direttamente dai vegetali o attraverso la catena alimentare: i vegetali usati come foraggio contaminano gli animali da allevamento; la carne e il latte che otteniamo da questi animali contengono perciò queste sostanze, che arrivano nei nostri piatti e si accumulano, poi, nel nostro organismo. Dai terreni, inoltre, questi alimenti possono passare nelle falde acquifere, e quindi essere ingeriti con acque potabili contaminate;

**b) metalli**: il piombo è responsabile di intossicazioni alimentari, perché

è presente nella stagnatura dei recipienti per la cottura e conservazione degli alimenti; per prevenirle, la legislazione italiana prevede che la stagnatura e i fogli metallici per avvolgere gli alimenti non contengano più dell'1% di piombo. Un altro caso particolarmente grave è l'intossicazione da mercurio, come quella che si è verificata in Giappone (baia di Minamata) nel 1953 per ingestione di pesci contaminati dagli scarichi di un'industria locale: molte persone hanno avuto danni alla vista, all'udito, convulsioni o danni neurologici più gravi, fino alla morte;

**c) tossine batteriche**: sono la principale causa delle intossicazioni alimentari e delle tossinfezioni alimentari, descritte nei paragrafi precedenti;

**d) farmaci e additivi**: molto frequente è l'uso di farmaci (antibiotici, ormoni estrogeni ed androgeni, beta-bloccanti ecc.) nell'allevamento degli animali, come anche l'aggiunta di additivi chimici negli alimenti. Spesso, però, si è anche rilevato come queste sostanze aggiunte possano determinare malattie in seguito alla loro ingestione: allergie, alterazioni della flora intestinale conseguenti all'ingestione di antibiotici; per alcune di queste sostanze, addirittura, si sospetta che possano favorire l'insorgenza di tumori maligni.