

# **Malattie a Trasmissione Alimentare (MTA)**

<u>Caratteristica</u>	<u>Infezione alimentare</u>	<u>Tossinfezione alimentare</u>	<u>Intossicazione alimentare</u>
Causa	Ingestione di cellule vive	Ingestione di cellule vive	Ingestione di tossina preformata
Crescita del microrganismo nell'uomo	Sì	Si (producendo la tossina nell'ospite)	No (la tossina agisce subito)
Tempo di incubazione	più lungo (giorni)	Intermedio/breve	breve (ore)
Esempi	<i>Salmonella, Listeria, Campylobacter</i>	<i>C. perfringens, B. cereus</i> (forma tossinfezione), alcuni <i>E. coli</i> patogeni (es. ETEC, EHEC)	Tossine da <i>C. botulinum, S. aureus</i> , micotossine

**Tabella 13.1** Comparazione degli approcci preventivi di infezione e intossicazione alimentare. Per le due tipologie sono riportati gli approcci in ordine di priorità/efficacia nella prevenzione.

	<b>Infezione alimentare</b>	<b>Intossicazione alimentare</b>
	<i>"Ingestione di cellule vive di un microrganismo"</i>	<i>"Ingestione di tossina prodotta da un microrganismo nell'alimento"</i>
1	Prevenire la contaminazione dell'alimento dal microrganismo patogeno	Prevenire la crescita e/o la produzione della tossina nell'alimento
2	Eliminare il microrganismo patogeno prima del consumo dell'alimento	Eliminare il microrganismo prima della produzione della tossina
3	Limitare la crescita del microrganismo patogeno	Prevenire la contaminazione dell'alimento dal microrganismo patogeno

Quando un alimento contaminato viene ingerito, può causare malattia dopo un periodo chiamato tempo di incubazione, molto variabile:

- Breve → ore/1–2 giorni (es. *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*)
- Medio-lungo → giorni o settimane (es. *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*)
- Lungo/Cronico → mesi o anni, spesso per esposizione ripetuta o tossine bioaccumulative (es. micotossine)

## **Meccanismi di Patogenicità nelle Infezioni Alimentari**

- **Resistenza e Sopravvivenza Acida**
- **Adesione e Colonizzazione:** devono aderire alle pareti intestinali e colonizzare la mucosa.
- **Invasione delle Cellule:** Dopo la moltiplicazione, il microrganismo può invadere le cellule dell'ospite (epitelio intestinale) e, in alcuni casi, superare l'epitelio per diffondersi ad altri organi (invasività sistematica).
- **Difesa dall'Ospite:** Devono essere in grado di difendersi dai meccanismi di protezione dell'ospite (come le cellule immunitarie) per persistere e moltiplicarsi.
- **Competizione con il Microbiota:** Devono competere con il microbiota intestinale
- **Disseminazione e Invasività:** L'abilità di attraversare l'epitelio intestinale e invadere altri sistemi (come il circolo linfatico o sanguigno) è una caratteristica dei patogeni più invasivi (es. *Salmonella typhi* o *Listeria*).

# Caratteristiche delle Intossicazioni Alimentari

Le intossicazioni alimentari sono causate dall'ingestione di una tossina preformata nell'alimento.

**Contaminazione e Moltiplicazione:** È fondamentale che il microrganismo (l'agente tossinogeno) riesca a contaminare l'alimento e a moltiplicarsi in esso in condizioni e tempi ottimali, raggiungendo una carica batterica sufficiente.

**Produzione di Tossina:** Durante la sua crescita, il microrganismo rilascia la tossina direttamente nell'alimento. Questa tossina agisce rapidamente sull'ospite dopo l'ingestione.

**Bersaglio della Tossina:** La tossina ha spesso come bersaglio il sistema gastrointestinale (causando vomito e diarrea), ma può anche colpire altri organi e sistemi vitali (es. sistema nervoso per la tossina botulinica).

**Resistenza della Tossina:** È cruciale la resistenza della tossina ai processi tecnologici, in particolare al calore (temperatura). Se la tossina è termostabile (come quella di *S. aureus*), il semplice trattamento termico dell'alimento non la inattiva.

Microrganismi Associati: *Clostridium botulinum*

## **Caratteristiche Chiave delle Tossinfezioni Alimentari**

microrganismo vivo e della tossina che produce nell'ospite.

Ingestione di Cellule Vive e metabolicamente attive

Produzione della Tossina *in situ*

Tipo di Tossina: Si tratta generalmente di enterotossine (tossine che agiscono a livello intestinale), causando sintomi come diarrea e crampi addominali.

## Vie di Contaminazione

Materie prime di origine **animale**: Agenti zoonotici (trasmessi dagli animali) come *Salmonella*, *Campylobacter*.

Materie prime di origine **vegetale**: Microrganismi associati al suolo (*Clostridium botulinum*) o contaminanti delle acque di irrigazione.

Fasi successive della **filiera**: Cattive pratiche igieniche (via oro-fecale) da parte degli operatori o contaminazione ambientale (biofilm).

# Tipi di Manifestazione delle MTA

## Casi Isolati (Sporadici)

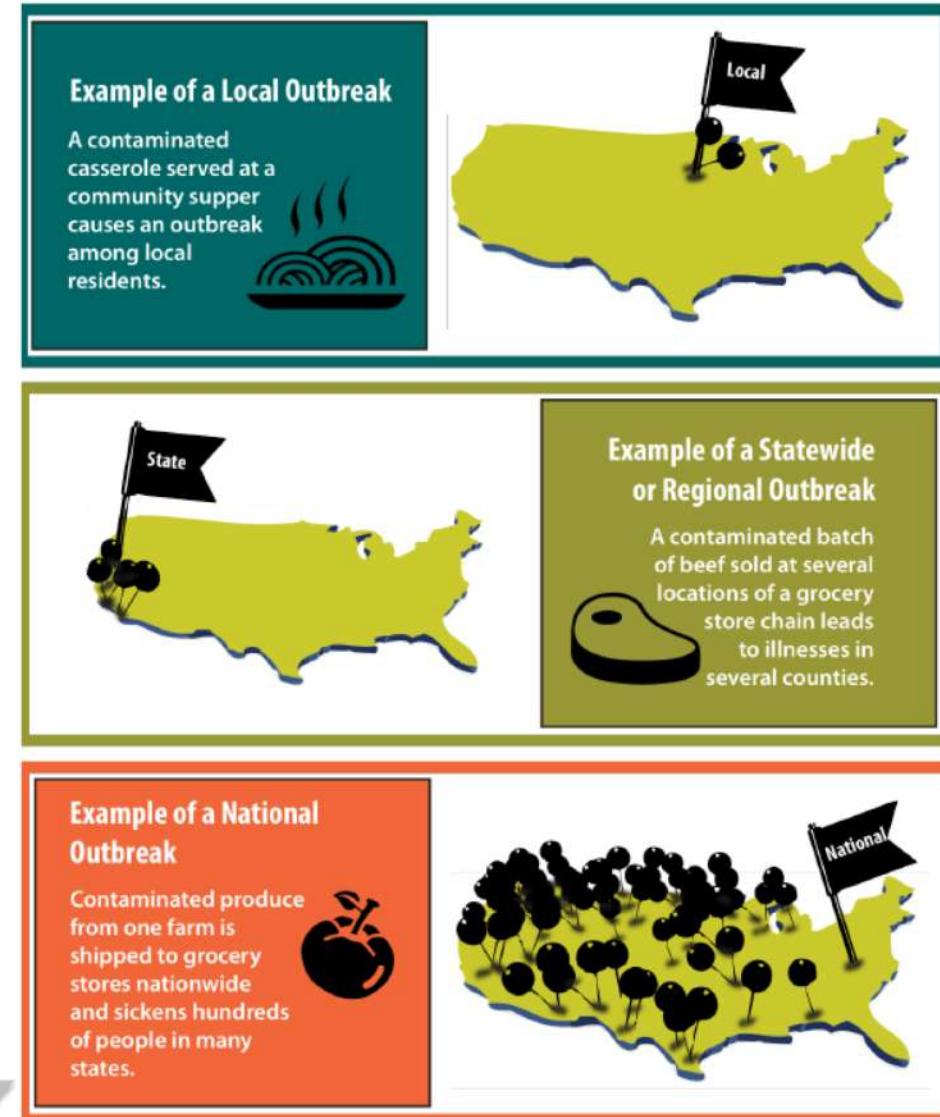
Si tratta di un singolo caso di malattia, non collegato ad altri casi, attribuibile al consumo di alimenti o acqua contaminati.

## Focolai (*Foodborne Outbreaks*)

Episodio in cui due o più persone sviluppano la stessa malattia o sintomi simili (es. diarrea, vomito) dopo aver consumato lo stesso alimento (o acqua), e l'evidenza epidemiologica suggerisce che l'alimento sia la causa.

## Epidemie

Si verifica quando si registra un eccesso di casi della stessa malattia rispetto al livello atteso (numeri elevati) in una determinata area o gruppo, in un particolare periodo di tempo.



**Antibiotico-Resistenza (AR):** L'uso esteso e improprio di antibiotici (storicamente come promotori di crescita negli allevamenti) ha selezionato **Gram - antibiotico-resistenti**. Questi batteri si diffondono anche attraverso gli alimenti, rappresentando un grave rischio per la salute pubblica, poiché rendono i trattamenti infettivi inefficaci.

## Pericoli attuali

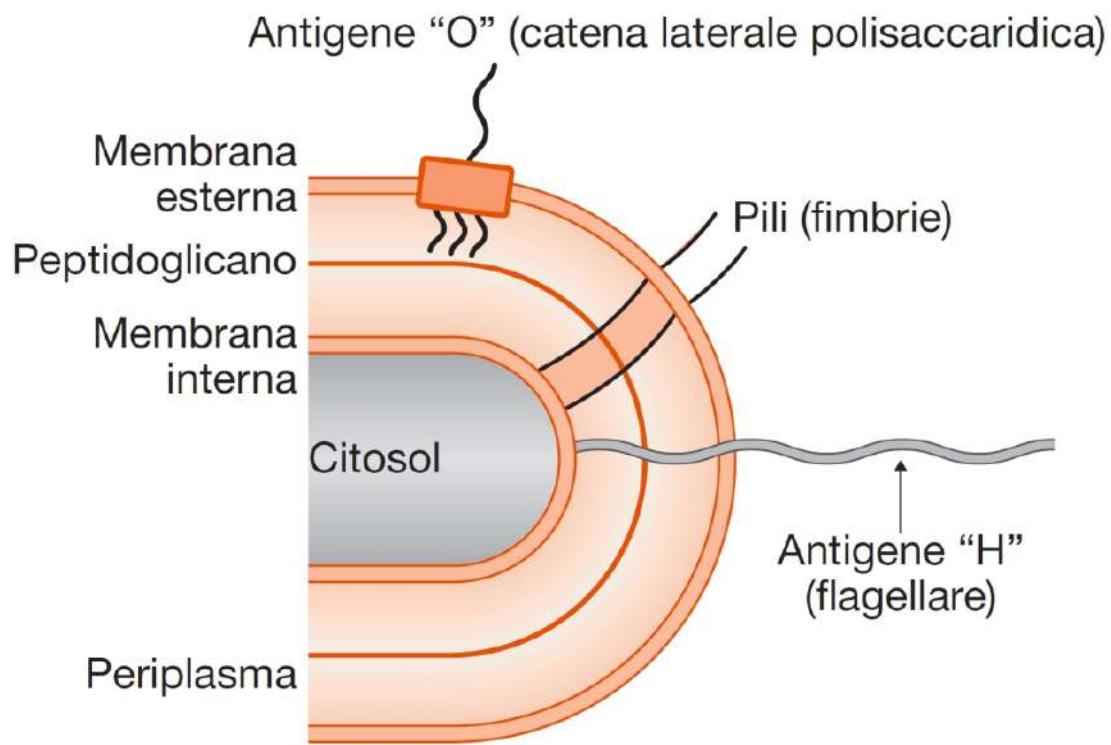
- *Salmonella* multi-resistente
- *Campylobacter* resistente ai macrolidi
- *E. coli* ESBL ( $\beta$ -lattamasi a spettro esteso)
- *Listeria* resistente a tetracicline

**Microrganismi patogeni per  
l'uomo, trasmessi con gli alimenti,  
che causano infezione**

## *Salmonella*

Gram–, phylum  $\gamma$ -Proteobacteria, famiglia *Enterobacteriaceae*.

- *Salmonella enterica* (la più importante per l'uomo)
- *Salmonella bongori*
- *S. enterica* → 6 subspecie; responsabile del 99% delle infezioni umane.
- 1500 sierotipi rilevanti per l'uomo: *S. typhimurium* e *S. enteritidis*.



**Figura 14.1** La sierotipizzazione è la differenziazione e classificazione dei microrganismi basata sulla presenza e diversità di strutture antigeniche sulla superficie della cellula. Queste strutture, per i microrganismi Gram negativi come *Salmonella*, sono l'antigene O, parte del lipopolisaccaride che ricopre la cellula, e l'antigene H, che fa parte del flagello.

**Tabella 14.1** Caratteristiche biochimiche di *Salmonella*

Test	Risposta
Catalasi	+
Ossidasi	-
Produzione di acido da glucosio	-
Produzione di gas da glucosio	+
Indolo	-
Ureasi prodotta	-
H <sub>2</sub> S da <i>triple sugar iron agar</i>	+
Citrato come unica fonte di carbonio	+
Decarbossilasi della lisina	+
Decarbossilasi dell'ornitina	+

## Aspetti fisiologici

Anaerobio facoltativo, bastoncello, flagelli peritrichi.

Temperatura crescita: minima 5,2 °C – massima 46,2 °C (Termosensibile)

pH: crescita >4,5; sopravvivenza minima a pH ≈ 3,8.

esposizione ad acido → ↑ resistenza termica.

*aw* minima 0,94 → ma sopravvive a *aw* basse e nei congelati per mesi.

crea biofilm

# Contaminazione degli alimenti

Intestino di animali selvatici e da allevamento (pollame, suini, bovini, ovini, rettili, anfibi).

- Alimenti a rischio:

- Carni avicole, uova e derivati, carni suine (contaminazione fecale).
- Uova → contaminazione esterna o interna (ovodeposizione da animali infetti sistemicamente).
- Prodotti vegetali → irrigazione con acqua contaminata, animali selvatici, errate prassi igieniche.

Contaminazione crociata: utensili, superfici, mani degli operatori.

## Malattia

### Salmonellosi non tifoidea

- Incubazione 8–72 h.
- Sintomi: diarrea, crampi addominali, vomito.
- Autolimitante (2–5 giorni).
- Possibile invasione → setticemia in soggetti fragili.

### Febbre tifoide (*S. typhi*, *S. paratyphi*)

- Più grave.
- Febbre elevata, anoressia, sintomi gastrintestinali, malessere generale.
- Incubazione lunga: 14 giorni (2–28).
- Convalescenza prolungata (fino a 8 settimane).

## Patogenicità

- Invasione dell'epitelio intestinale → sopravvivenza intracellulare.
- Uso di sistemi di secrezione (es. T3SS) → danno alle cellule ospiti.

## Misure di prevenzione e controllo

- Produzione primaria
  - Benessere animale, igiene in allevamento, buone pratiche agronomiche.
- Trasformazione
  - Programmi di pulizia e sanificazione (importante contro i biofilm).
  - Processi con step letali o inibenti (pastorizzazione, refrigerazione).
  - Prevenire ricontaminazioni post-trattamento.
- Ristorazione e domestico
  - Evitare contaminazione crociata.
  - Corretta manipolazione, cottura, conservazione.
  - Formazione del personale.

# *Salmonella*

<b>Area</b>	<b>Dettagliato</b>	<b>Implicazioni per la Sicurezza Alimentare</b>
Fisiologia	È mesofilo e termosensibile. Può sopravvivere per lunghi periodi in alimenti congelati o a bassa attività dell'acqua	Il trattamento termico (cottura/pastorizzazione) è la misura di controllo primaria. La refrigerazione è essenziale per limitare la proliferazione.
Habitat e Contaminazione	L'habitat naturale è l'intestino di animali selvatici e di allevamento (avicoli, suini, bovini). La contaminazione è principalmente fecale, uova	Principali alimenti a rischio: Carne avicola, uova e derivati, carne suina.
Patogenesi	Causa un'infezione (Salmonellosi) con sintomi gastrointestinali (diarrea, dolori) che si manifestano in 8-72 ore e sono solitamente autolimitanti. È un batterio invasivo che colonizza ed invade l'epitelio intestinale.	I sierotipi <i>S. typhi</i> e <i>S. paratyphi</i> causano la grave Febbre Tifoide, trasmessa esclusivamente per via oro-fecale umana (portatori sani/pazienti con scarsa igiene).
Misure di Controllo	Buone Prassi (Igieniche e di Fabbricazione) e Monitoraggio in allevamento. Eliminazione dei biofilm contaminazione crociata	L'efficacia del controllo si basa su un approccio integrato che include: igiene, trattamento termico e controllo della temperatura.

# **Salmonella in prodotti a bassa attività dell'acqua**

Epidemie recenti legate a **cioccolato, semi di sesamo, burro d'arachidi**.

La capacità di sopravvivere per mesi in  $aw < 0,95$  rende inefficaci molti trattamenti termici standard.



AUTORITÀ EUROPEA  
PER LA SICUREZZA  
ALIMENTARE

IT  
italiano

Menu

Search news

[Home](#) / [Comunicazione](#) / [Tutti i contenuti](#)

**Valutazione rapida di un focolaio epidemico plurinazionale di *Salmonella* legato ad alcuni prodotti a base di cioccolato**



AUTORITÀ EUROPEA  
PER LA SICUREZZA  
ALIMENTARE

IT  
italiano

Menu

Search news

[Home](#) / [Comunicazione](#) / [Tutti i contenuti](#)

**Focolaio di salmonellosi collegato a prodotti importati a base di sesamo**



Eur ▾

Peanut Corp owner says 'I'm truly sorry'  
for salmonella outbreak that killed nine

Former peanut butter company owner had remained publicly silent in 2009 after authorities traced the outbreak to his plant in rural southwest Georgia

# Ricerca di *Salmonella* negli alimenti

## ISO 6579

*Pre-enrichment<sup>a</sup>* → Non selettivo  
Inoculate pre-enrichment medium, e.g.  
buffered peptone water  
(1 part test portion + 9 parts medium)

↓  
↓

*Selective enrichment*  
Sub-culture to 2 selective  
enrichment broths  
e.g. Muller-Kauffmann Tetrathionate broth  
(with novobiocin) (MKTn) (1 + 9),  
Rappaport Vassiliadis Soya  
(RVS) broth (1+ 100)

↓  
↓

*Selective plating*  
Streak onto two selective agars, e.g.  
XLD Agar

Brilliant Green Agar (modified)

Hektoen Enteric Agar

↓  
↓

Inspect plates for the presence of  
characteristic colonies and any  
primary biochemical reactions

*Confirmation of suspect colonies*  
Purify suspect colonies on Nutrient Agar

↓

Serology 'O' & 'H'

Inoculate media or test strips to  
obtain biochemical profile

Day 0

Incubate 37 °C/16–20 h

Day 1

Incubate MKTn 37 °C/24 h  
RVS 41.5 °C/24 h

Day 2

Incubate 37 °C/24 h

Day 3

Incubate 37 °C/24 h  
Day 4

## Arricchimento selettivo

### RVS

Rappaport Broth was found to be superior to Selenite Enrichment Broth and Tetrathionate Broth for enrichment of salmonellae **with the exception of *Salmonella typhi*<sup>2</sup>**. Vassiliadis *et al.*<sup>3</sup> modified Rappaport

### MKTn (ISO 6579)

#### DESCRIPTION

Muller Kauffmann Tetrathionate Novobiocin Broth (MKTn) is a liquid medium used for the selective enrichment of *Salmonella* spp, including *S. Typhi* and *S. Paratyphi*.

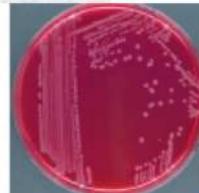
This medium is recommended by ISO 6579-1 for the examination of food, animal feed and environmental samples from the food production area.

## Isolamento su terreni selettivi e differenziali

### BGA

#### Non-lactose/sucrose-fermenting organisms

Red-pink-white opaque coloured colonies surrounded by brilliant red zones in the agar - most probably *salmonella* (but not *Salmonella typhi*).



**XLD (ISO 6579)** per il rilevamento ed enumerazione degli Enterobatteri, in particolare della *Salmonella*, nell'analisi dei prodotti alimentari

**HEA** terreno di coltura selettivo per la ricerca di batteri Gram negativi principalmente enterici, in particolare dei generi *Salmonella* e *Shigella*.

## *Campylobacter*

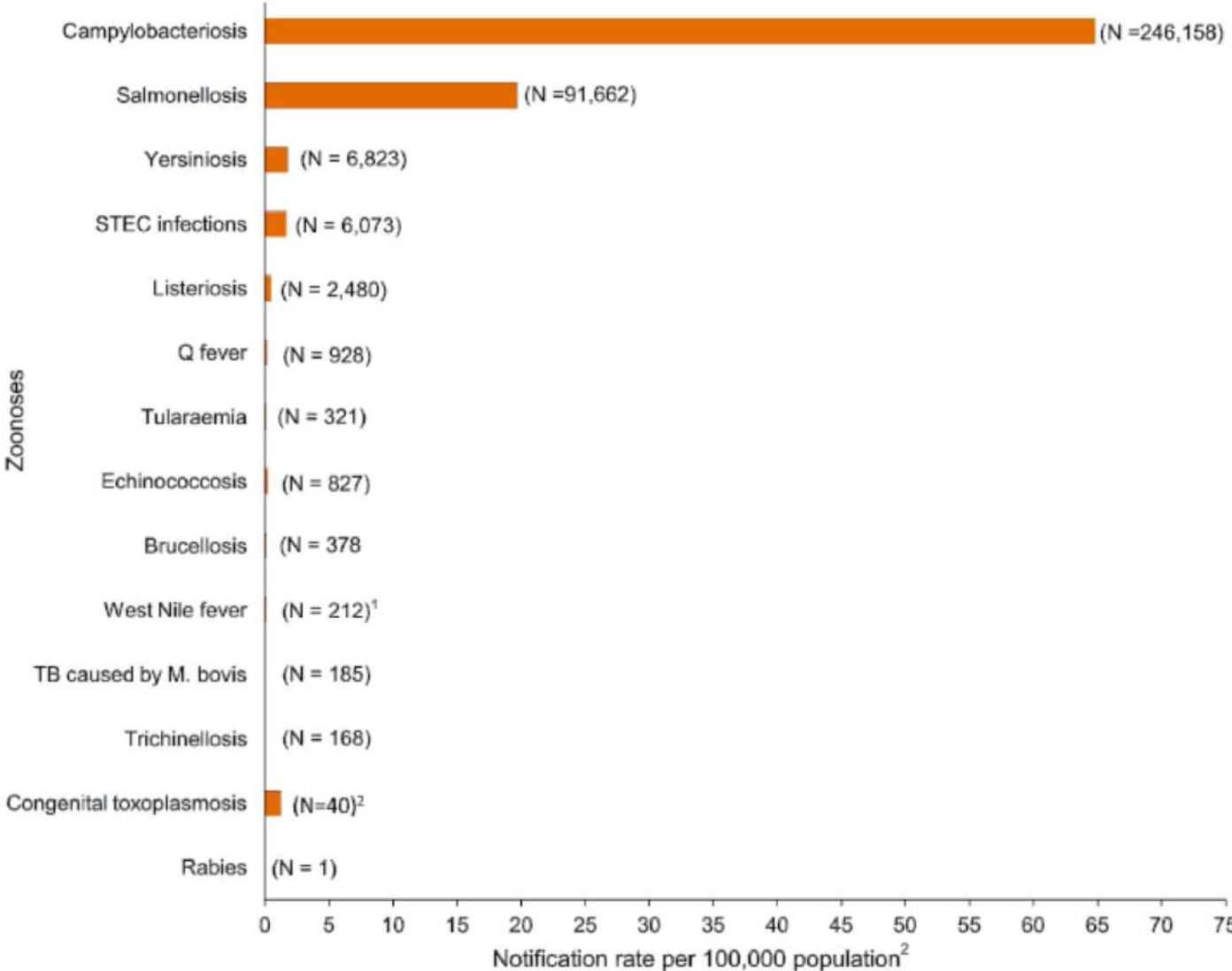
Famiglia Campylobacteraceae, phylum ε-Proteobacteria.

- Specie rilevanti per gli alimenti:
  - *Campylobacter jejuni* (responsabile dell'80–90% dei casi)
  - *Campylobacter coli*
  - *Campylobacter lari*
  - *Campylobacter upsaliensis*
- *C. jejuni* suddiviso in:
  - subsp. *jejuni* (più comune)
  - subsp. *doylei*

*Campylobacter* = prima causa di infezioni alimentari in Europa.

## The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017

European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control  
(EFSA and ECDC)



Note: Total number of confirmed cases is indicated in parenthesis at the end of each bar.

<sup>1</sup>Exception: West Nile fever where total number of cases were used.

<sup>2</sup>Exception: congenital toxoplasmosis notification rate per 100,000 live births.

## Aspetti fisiologici

Gram–, bastoncello curvo/spiraliforme, mobili (flagello polare o bipolare).

- T° ottimale 41–43 °C → adattamento al tratto intestinale degli uccelli.
- Non crescono <30 °C.

• Microaerofili:

- Crescita ottimale con 3–5% O<sub>2</sub> e 5–10% CO<sub>2</sub>.

• Sensibili a: essiccazione, acidificazione, congelamento, calore moderati, irradiazione, alta pressione idrostatica

Possono entrare in stato VNC (vitali ma non coltivabili)

# Contaminazione degli alimenti

Habitat naturale: tratto intestinale di animali.

Fonti principali:

- Polli (la più rilevante), suini, bovini
- Latte crudo
- Contatto con animali d'allevamento o pet

*Campylobacter* è facilmente trasferito tramite contaminazione crociata, anche a RTE.

Contaminazione nel pollame molto elevata: >70% in Europa.

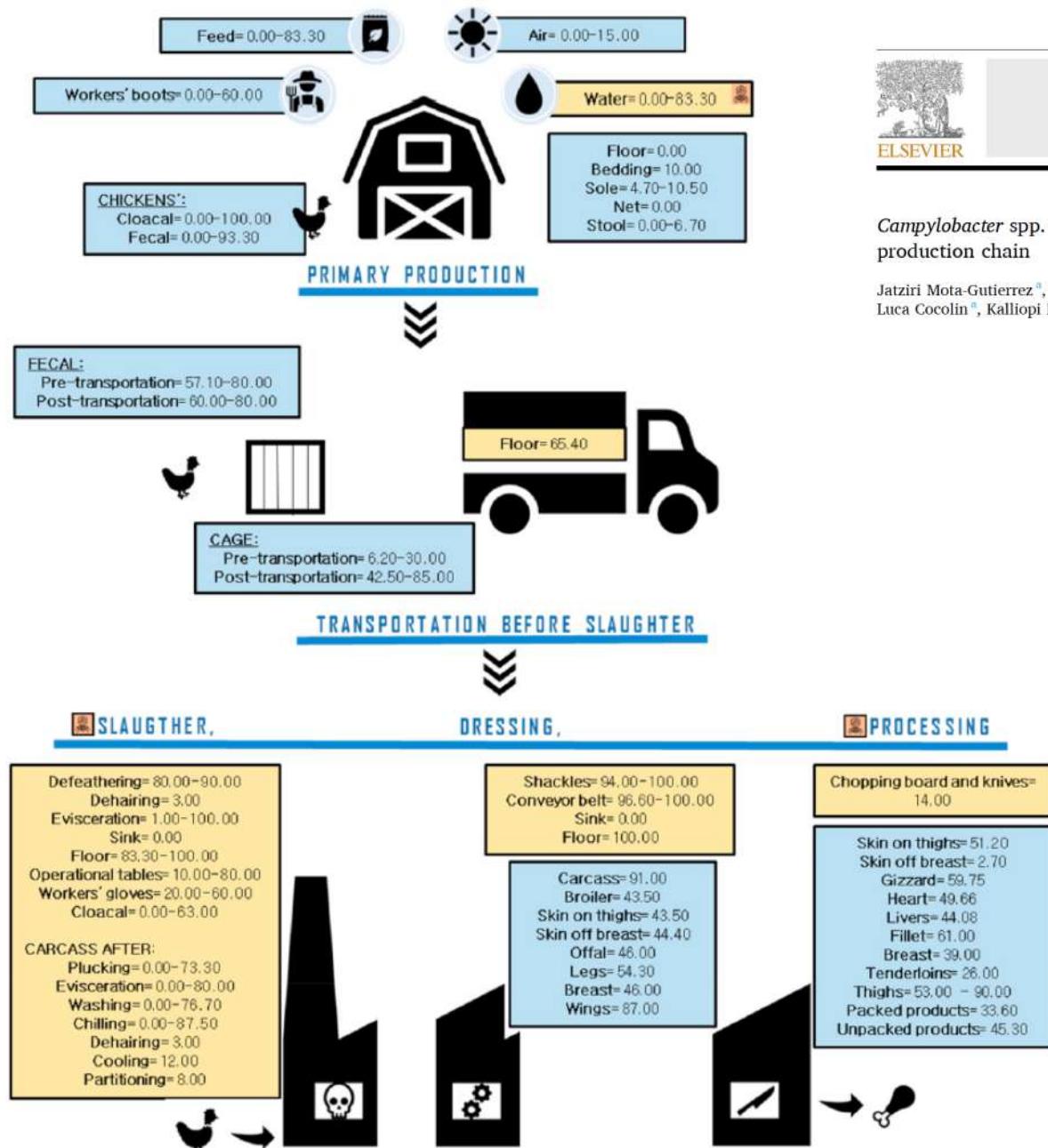
## Malattia

Campilobatteriosi 24–72 h

Sintomi:

- diarrea (spesso acquosa o sanguinolenta)
- febbre
- dolore addominale
- cefalea

Possibili complicanze: paralisi neuromuscolare acuta, artriti reattive, co-infezioni



*Campylobacter* spp. prevalence and mitigation strategies in the broiler production chain

Jatziri Mota-Gutierrez<sup>a</sup>, Lukas Lis<sup>b</sup>, Amaia Lasagabaster<sup>c</sup>, Ibai Nafarrate<sup>c</sup>, Ilario Ferrocino<sup>a</sup>, Luca Cocolin<sup>a</sup>, Kalliopi Rantsiou<sup>a,\*</sup>

**Fig. 1.** Key steps identified and used to assess the prevalence of *Campylobacter* in the broiler production chain. The location of studies investigating the effect of bacteriophage is indicated with a bacteriophage icon. Color in blue is the prevalence of *Campylobacter* spp. and color in yellow is the prevalence of *Campylobacter jejuni*, both expressed as percentage. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the Web version of this article.)

## Strategie di controllo di *Campylobacter*

Una riduzione di 1 log dell'agente patogeno sulle carcasse può abbassare il rischio fino al 90%.

- misure di biosicurezza e igiene;
- aumento della resistenza dei polli (competizione microbica, vaccini, probiotici, prebiotici, acidi organici, estratti vegetali);
- uso di antimicrobici alternativi (batteriofagi, batteriocine);
- selezione genetica per una maggiore resistenza.

l'igiene di gabbie e materiali

Durante macellazione e lavorazione, separazione dei lotti infetti, trattamenti fisici (scottatura, raffreddamento) e chimici (decontaminazione con composti del cloro)

In Europa si raccomanda anche l'uso **di batteriofagi o batteriocine** negli alimenti per ridurre la carica intestinale prima della macellazione, l'abbassamento dell'età di macellazione, il miglioramento dell'igiene

L'aumento di ceppi di *Campylobacter* resistenti agli antibiotici rende urgente lo sviluppo di strategie alternative non antibiotiche.

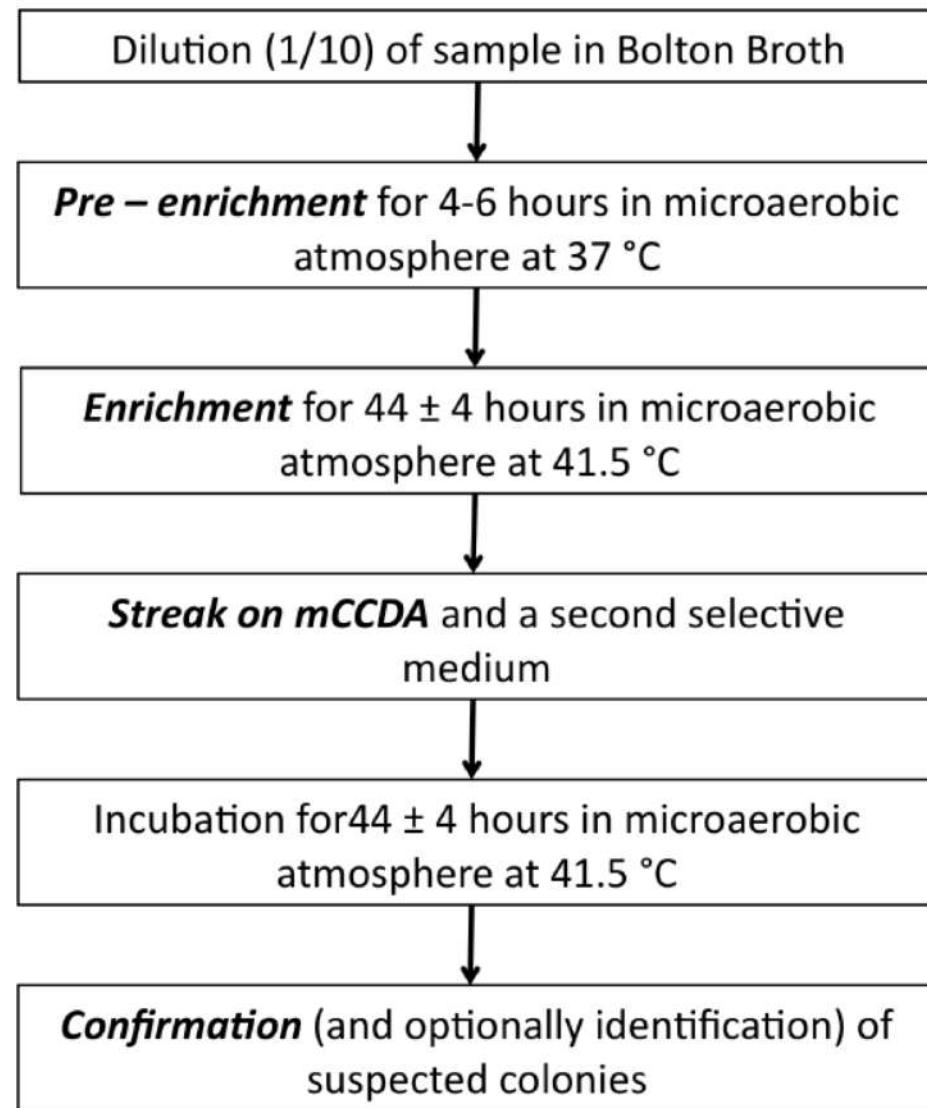
Tra queste, l'uso di batteriofagi specifici (virus che infettano e uccidono batteri) è considerato una delle soluzioni più promettenti per ridurre la presenza di *Campylobacter* nella filiera del pollo da carne.

I fagi sono molto selettivi, non danneggiano l'uomo, gli animali o le piante, non alterano la microbiota utile e non modificano le caratteristiche degli alimenti.

Cocktail di fagi specifici per *Campylobacter* sono stati applicati sia prima sia dopo la macellazione, ad esempio somministrandoli nell'acqua di bevanda durante l'allevamento o utilizzandoli su carne cruda, prodotti trasformati.

Nei polli in allevamento, l'uso di fagi singoli o cocktail ha portato a riduzioni significative della carica batterica nel cieco, tra 2.5 e 3.2 log CFU/g, senza effetti negativi sulla microbiota, al contrario dei comuni antibiotici.

Alcuni fagi hanno mostrato capacità di disperdere biofilm di *Campylobacter* sulle superfici di lavorazione, riducendo le cellule vitali di 1–3 log CFU/cm<sup>2</sup>.



**Figure 1.** Outline of the ISO 10272-1 method for detection of *Campylobacter* spp. in food and feed

# *Campylobacter*

Area	Dettagliato	Implicazioni per la Sicurezza Alimentare
Fisiologia	Batteri Gram-negativi, non sporigeni, termotolleranti, microaerofili	Le esigenze nutrizionali e ambientali peculiari fanno sì che lo sviluppo sia limitato fuori dall'ospite; non si moltiplica significativamente negli alimenti, ma sopravvive.
Sensibilità Ambientale	Le cellule sono molto sensibili all'essiccazione, al congelamento e all'acidificazione. (VNC)	Il congelamento è una misura efficace per ridurre la carica batterica (sebbene non la elimini). La cottura è essenziale.
Contaminazione	È un agente zoonotico che colonizza il tratto gastrointestinale degli animali	La carne di pollo non cotta adeguatamente è il maggior fattore di rischio per l'uomo.
Vie di Trasmissione	Contaminazione superficiale di carcasse e carne Latte crudo Contaminazione crociata	La percentuale di polli e carcasse contaminate è alta in Europa (>70\%)
Patogenesi	I sintomi (diarrea acuta acquosa o sanguinolenta, febbre) appaiono dopo 24-72 ore	
Misure di Controllo	prevenire l'ingresso o ridurre la carica di <i>Campylobacter</i> negli animali (es. uso di acidi organici, probiotici, batteriocine).	congelamento e il lavaggio/raffreddamento delle carcasse, fagi, batteriocine

## *Listeria*

Firmicutes-*Listeriaceae*

17 specie, 6 nel gruppo *Listeria sensu strictu*:

*L. monocytogenes*, *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. seeligeri*, *L. welshimeri*, *L. marthii*.

Patogene:

- *L. monocytogenes*: patogeno umano trasmesso per via alimentare.
  - *L. ivanovii*: patogeno di ruminanti.
- Principali sierotipi coinvolti nelle infezioni umane: 1/2a, 1/2b, 4b ( $\approx 90\%$  dei casi).

## Aspetti fisiologici

Gram-positivo, bastoncello, flagelli peritrichi

Crescita in un range di temperatura di circa –0.5°C a 45°C (psicrotrofo) Adattamento al freddo: fluidità di membrana, crioprotettori, cold shock proteins

Elevata tolleranza a sale e bassa aw  
8–10% NaCl, sopravvive fino a aw = 0.83.

Fortemente competitiva in alimenti salati e minimamente processati.

# Contaminazione degli alimenti

Presente in suolo, acqua, vegetali, animali, RTE

Fonte primaria: ambiente produttivo (Impianti e attrezzature possono ospitare biofilm persistenti).

Alta capacità di sopravvivere ai detergenti e allo stress ambientale.

Alimenti più frequentemente contaminati:

Pesce e prodotti ittici (affumicati, marinati)

Prodotti carni RTE (affettati)

Formaggi freschi e pasta molle

Vegetali RTE, frutta minimamente lavorata → emergenti come veicoli di focolai.

## **La malattia: Listeriosi**

### Non invasiva

Colpisce individui sani, gastroenterite lieve.

### Invasiva

Colpisce: anziani, immunocompromessi, gravide. Mortalità: 20–30%.  
septicemia, meningite, aborto, morte fetale.

Incubazione: 2–3 settimane (fino a 90 giorni) → difficile identificare l'alimento responsabile.

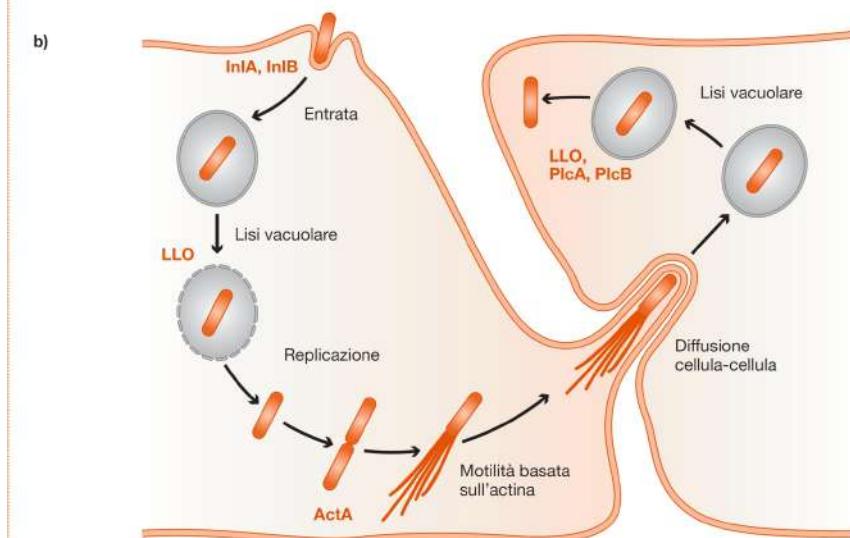
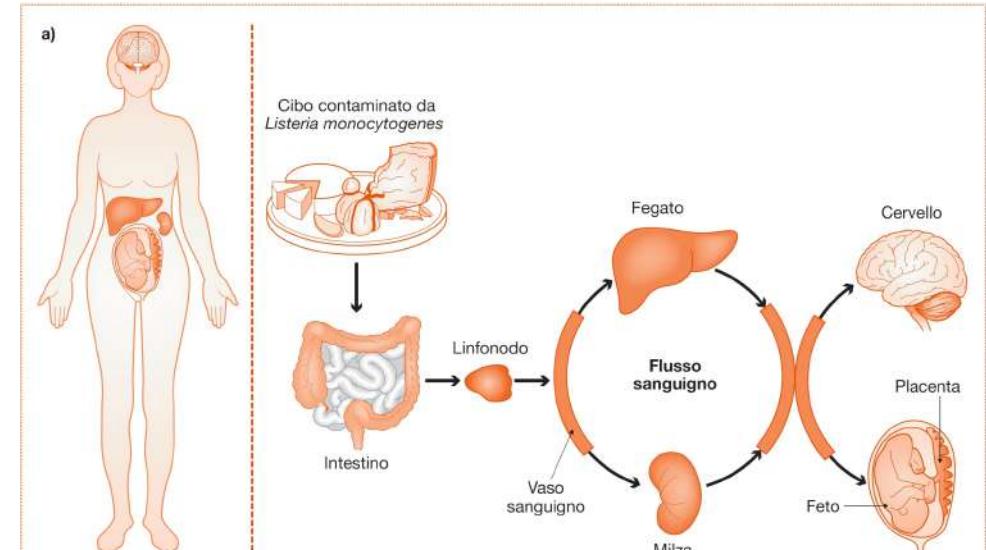
# Patogenesi

Patogeno intracellulare: entra nelle cellule epiteliali, fagociti, epatociti.

Si moltiplica nel citoplasma e si sposta tra cellule tramite actina (“comet-tail”).

Evasione della risposta immunitaria grazie a:

- Internaline (invasione)
- Listeriolisina O (LLO) (escape fagolisosoma)
- ActA (propulsione intracellulare)



**Figura 14.3** a) Rappresentazione del processo infettivo di *Listeria monocytogenes*. Con l'ingestione di un alimento contaminato, *L. monocytogenes* arriva nell'intestino, attraversa la barriera intestinale e si diffonde nel circolo sanguigno tramite i linfonodi; successivamente l'infezione si estende nei tessuti target come fegato e milza. Nelle persone immunocompromesse, *L. monocytogenes* può oltrepassare la barriera ematoencefalica o quella fetoplacentare e causare meningite, sepsi, parto prematuro o aborto. b) Rappresentazione degli eventi più importanti durante l'interazione di *L. monocytogenes* con le cellule dell'ospite. *L. monocytogenes* entra nelle cellule epiteliali grazie a riconoscimento e interazione tra la cellula batterica e recettori delle cellule epiteliali. In questa fase sono importanti le proteine internalina A (InlA) e internalina B (InlB). All'interno della cellula è capace di sfuggire dal vacuolo che si è formato grazie all'azione di fattori di virulenza come listeriolisina (LLO) e fosfolipasi A e B (PlcA, PlcB). Liberata dal vacuolo, la cellula batterica induce la polimerizzazione di molecole di actina (con l'azione della proteina ActA), formando una "coda di actina" che spinge il batterio verso cellule adiacenti, promuovendone la diffusione.

## **Prevenzione e controllo**

Efficacia dei trattamenti termici

Sensibile al calore: pasteurizzazione efficace.

Punti critici nei prodotti freschi/RTE (materie prime, superfici, attrezzature)

Prevenire biofilm

# *Listeria monocytogenes* \_ rilevamento

ISO 11290:2017 (parte 1 relativa ad arricchimento)

1. Pre-arricchimento selettivo in Half-Fraser (HF)

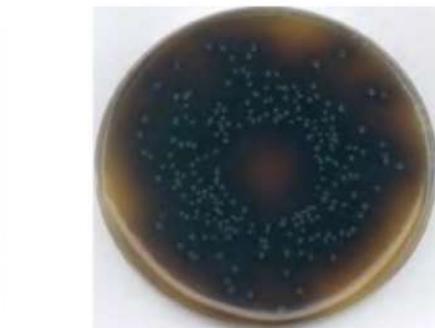
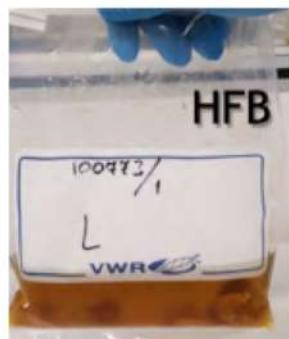
2. Arricchimento selettivo in Fraser Broth (FB)

3. Isolamento su terreni sellettivi e differenziali come:

- ALOA (*Agar Listeria according to Ottaviani and Agostini*)

- LSM-Oxford Agar (*Listeria Oxford Antimicrobial Supplement od al Listeria MOX-COL Antimicrobial Supplement*)

A seguire conferma identificazione con saggi fenotipici-metabolici (motilità, catalasi, attività emolitica,...)



(1 e 2) contengono esculina (glucoside), idrolizzata a glucosio ed esculetina. Esculetina reagisce con ioni di ferro (ferro-ammonio citrato) determinando il viraggio ad un colore grigio-marrone

ALOA

LSM- Oxford Agar

## **Focolaio europeo 2022–2024: pesce affumicato RTE**

Diversi casi in Paesi UE legati a salmone affumicato a freddo contaminato da *L. monocytogenes*. biofilm persistente nei drenaggi e linee di affumicatura.

## **Focolaio negli USA 2023–2024: formaggi freschi e crema di *queso***

Coinvolti prodotti a pasta molle da latte pasteurizzato contaminati post-processo. Caso rilevante per evidenziare l'importanza dell'igiene delle attrezzature nel confezionamento.

## **Richiami frequenti 2023–2025 per affettati RTE in Europa**

Prosciutto cotto, arrosti di tacchino, mortadella: presenza >100 CFU/g. affettatrici e linee di confezionamento.

## **frutta e verdura minimamente lavorate**

Focolai associati a meloni, insalate in busta, avocado.

Frutta tagliata → rilascio nutrienti + refrigerazione → ambiente ideale per crescita.

**Area****Dettagliato**

**Rilevanza/Sierotipi** Circa il 90% dei casi è dovuto ai sierotipi 1/2a, 1/2b e 4b.

**Fisiologia** È Psicrotrofo in grado di moltiplicarsi a temperature di refrigerazione

**Tolleranza  
Ambientale**

Elevata tolleranza a stress osmotico e a bassa attività dell'acqua

**Habitat**

ubiquitario (suolo, acqua, piante, animali).

**Alimenti a Rischio** Alimenti non sottoposti a trattamento termico o contaminati *dopo* il trattamento, (RTE).

**Listeriosi** Non Invasiva (lieve gastroenterite in soggetti sani, alta dose infettiva) e Invasiva (grave).

**Patogenesi** patogeno intracellulare capace di invadere e moltiplicarsi all'interno delle cellule dell'ospite e di diffondersi alle cellule adiacenti, eludendo la risposta immunitaria.

**Controllo**

Il trattamento termico (es. pasteurizzazione). Pulizia e disinfezione rigorose per eliminare i biofilm e monitoraggio costante dell'ambiente produttivo e delle materie prime.

# *Escherichia coli*

Gram negativi, Aerobi/anaerobi facoltativi, Non sporigeni,  
Fermentano lattosio a 35–37°C entro 48h

Presente nel tratto gastrointestinale di uomo e animali a sangue caldo.

Indicatore microbiologico importante:

**Contaminazione fecale**

**Igiene del processo**

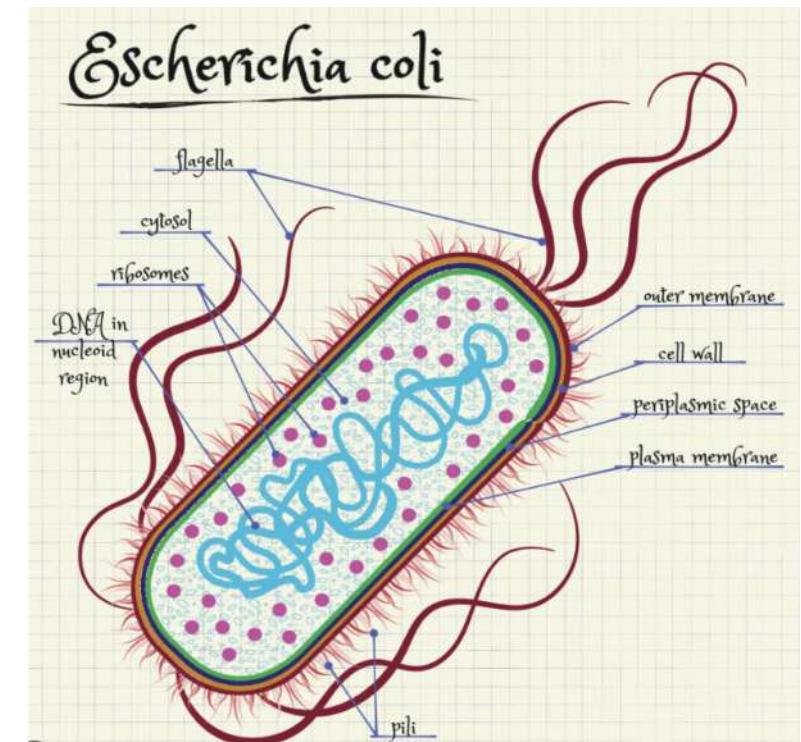
## Classificazione sierologica

Antigene **O** (somatico → LPS)

Antigene **H** (flagellare)

Antigene **K** (capsulare)

Circa **700** sierotipi descritti.



Riconosciuto come patogeno d'interesse alimentare negli anni '80 a seguito di due focolai negli USA in due catene di Fast-food

Elevata capacità nel trasferimento ed acquisizione di geni che può determinare un'evoluzione di un ceppo a patogeno

Copertina Time, 1998



## Nearly 400 Antibiotic-Resistant Infections Hit the UK Weekly

17 Nov 2025 | **Microbiology & Infectious Diseases**[View All News](#)

This site is intended for healthcare professionals

deaths among people with resistant infections climbed from 2,041 to 2,379 in just one year, highlighting the growing human cost of drug resistance.

### ***E.coli* Remains the Main Culprit**

The English Surveillance Programme for Antimicrobial Utilisation and Resistance (ESPAUR) reported that 65% of resistant bloodstream infections over the past six years were caused by *E. coli*, a common cause of urinary tract infections. Adults aged over 45 years remain most vulnerable, with nearly half of cases detected in people over 74 years of age.

### **Changing Patterns in Antibiotic Use**

Although NHS primary care antibiotic use in 2024 remained below pre-pandemic levels, private prescribing has surged, more than doubling since 2019. Overall, primary care antibiotic use rose by 10.7% between 2019 and 2024, with 22% of prescriptions now dispensed through the private sector.

The report also highlights stark inequalities. People in the most deprived areas are 47.2% more likely to acquire antibiotic-resistant infections than those in the least deprived regions, a gap that has widened since 2019.

# Patotipi

Definiti da:

- fattori di virulenza
- meccanismi di adesione/invasione
- sito d'infezione
- quadro clinico

*E. coli* patogeni sono divisi in gruppi:

- **ETEC** → enterotossigeni
- **EIEC** → enteroinvasivi
- **EPEC** → enteropatogeni
- **EAEC** → enteroaggregativi
- **STEC/VTEC** → produttori di tossina Shiga

La patogenicità aumenta grazie a:  
fimbrie e pili che migliorano l'adesione e l'invasione  
produzione di tossine (es. LTI, LTII, STI, STII)

<b>Acronimo</b>	<b>Nome esteso</b>	<b>Meccanismo patogenetico (alto livello)</b>	<b>Manifestazioni tipiche</b>
EPEC	<i>Enteropathogenic</i>	Aderenza alle cellule intestinali, formazione di lesioni di “attacco e scomparsa” dei microvilli	Diarrea acquosa, soprattutto nei bambini
ETEC	<i>Enterotoxigenic</i>	Produzione di enterotossine che alterano l’equilibrio idro-elettrolitico	Diarrea del viaggiatore, diarrea acquosa
EAEC	<i>Enteroaggregative</i>	Aderenza aggregata (“a mattoni impilati”) e produzione di fattori pro-infiammatori	Diarrea persistente, soprattutto in bambini e immunocompromessi
EIEC	<i>Enteroinvasive</i>	Invasione della mucosa del colon con distruzione cellulare	Diarrea con muco/sangue, quadro simile a shigellosi
STEC / VTEC / EHEC	<i>Shiga toxin-producing</i>	Produzione di tossine <i>Shiga</i> con danno endoteliale	Colite emorragica, possibile sindrome emolitico-uremica
DAEC	<i>Diffusely Adherent</i>	Aderenza diffusa all’epitelio intestinale	Diarrea moderata, soprattutto in età pediatrica

Molti batteri di interesse alimentare evolvono **nuovi patotipi** grazie al *trasferimento genico orizzontale* (HGT).

Gli elementi genetici mobili (MGE) includono:  
**Isole di patogenicità, plasmidi, trasposoni, fagi lisogenici.**

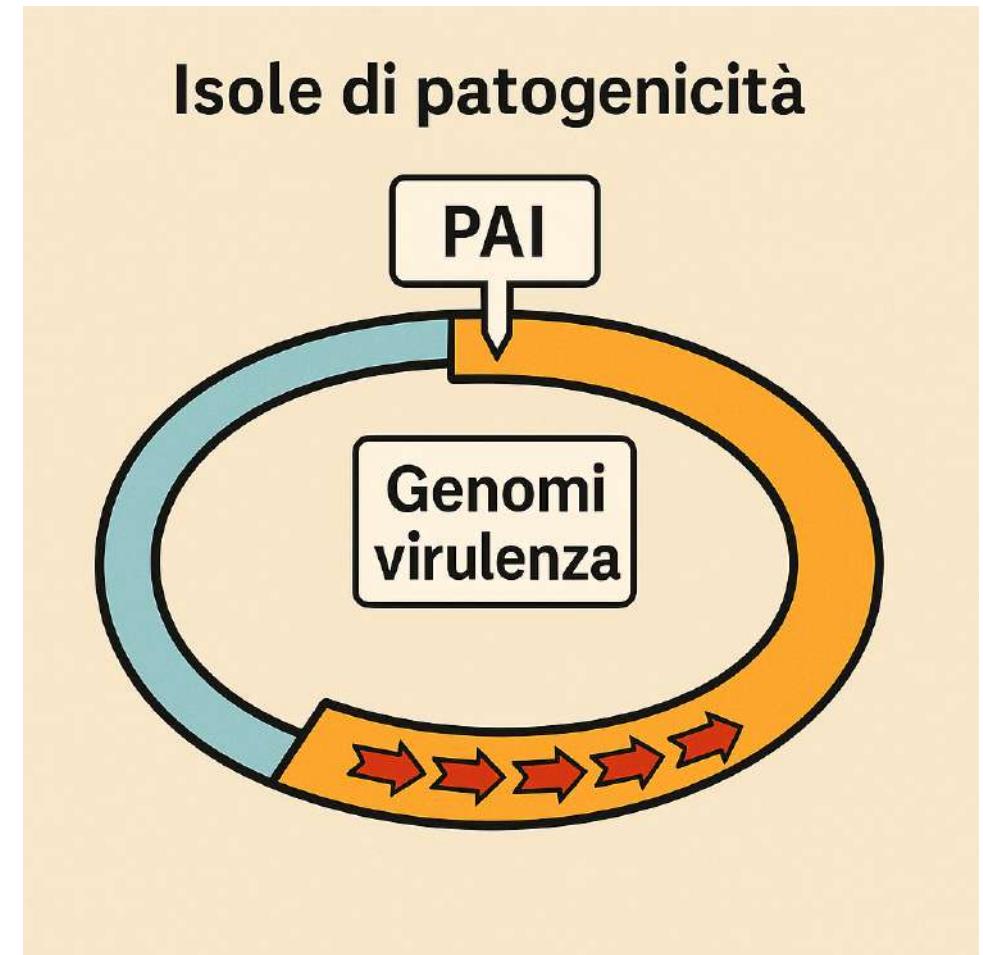
Sono responsabili dell'acquisizione di geni che aumentano:  
virulenza  
adattamento a ambienti alimentari  
resistenza agli antimicrobici  
capacità di colonizzare l'ospite

# Isole di patogenicità (PAI)

Regioni genomiche di grandi dimensioni, inserite tramite HGT, che contengono gruppi di geni di virulenza coordinati.

## Funzioni tipiche

- sistemi di secrezione
- adesine
- tossine
- proteine per evasione immunitaria

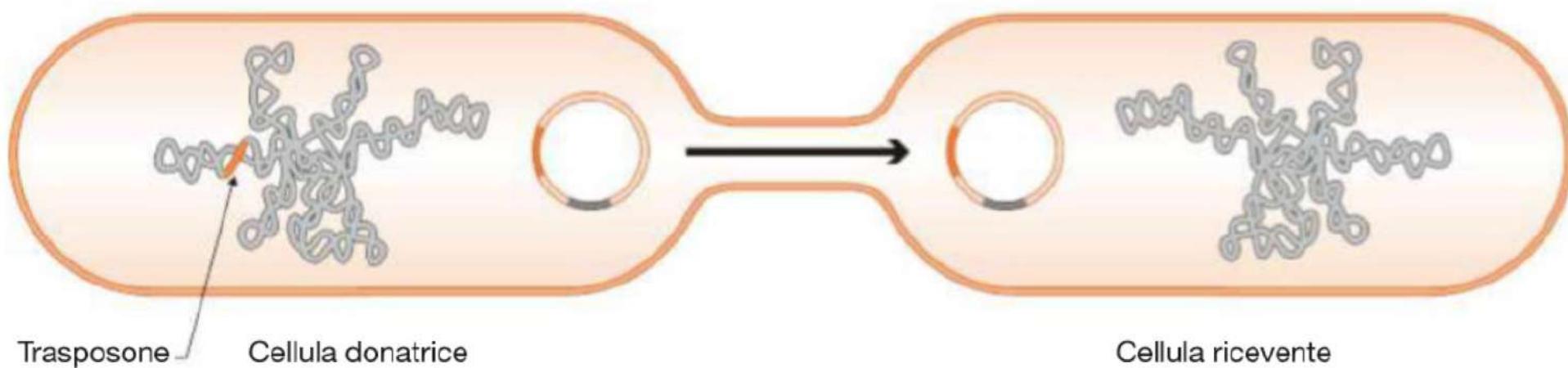


# Plasmidi

Elementi circolari, facilmente trasferibili tra batteri.

## Geni spesso presenti

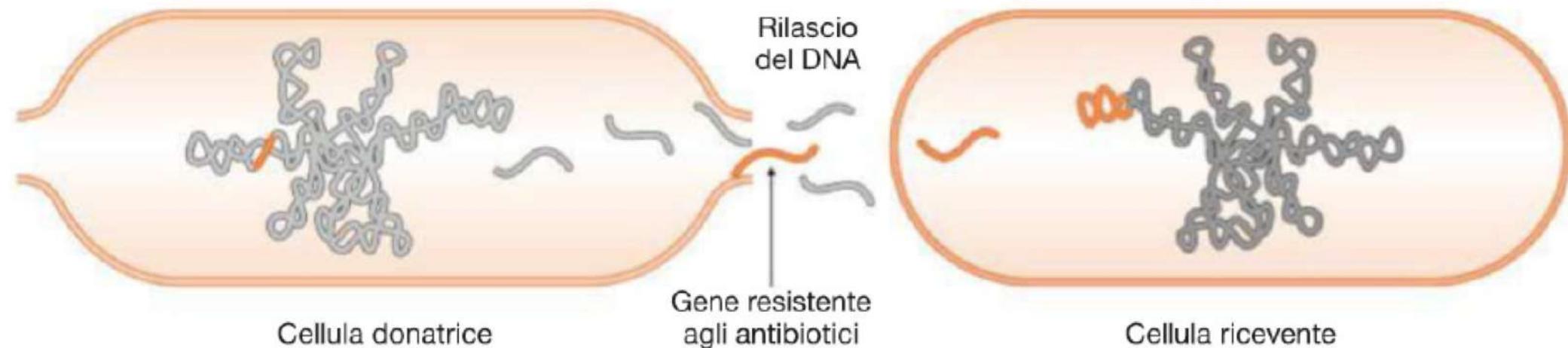
- resistenze (AMR)
- tossine
- fattori di adesione
- sistemi di coniugazione



# Trasposoni

Sequenze mobili che possono “saltare” da un sito all’altro del genoma o tra plasmidi e cromosomi.

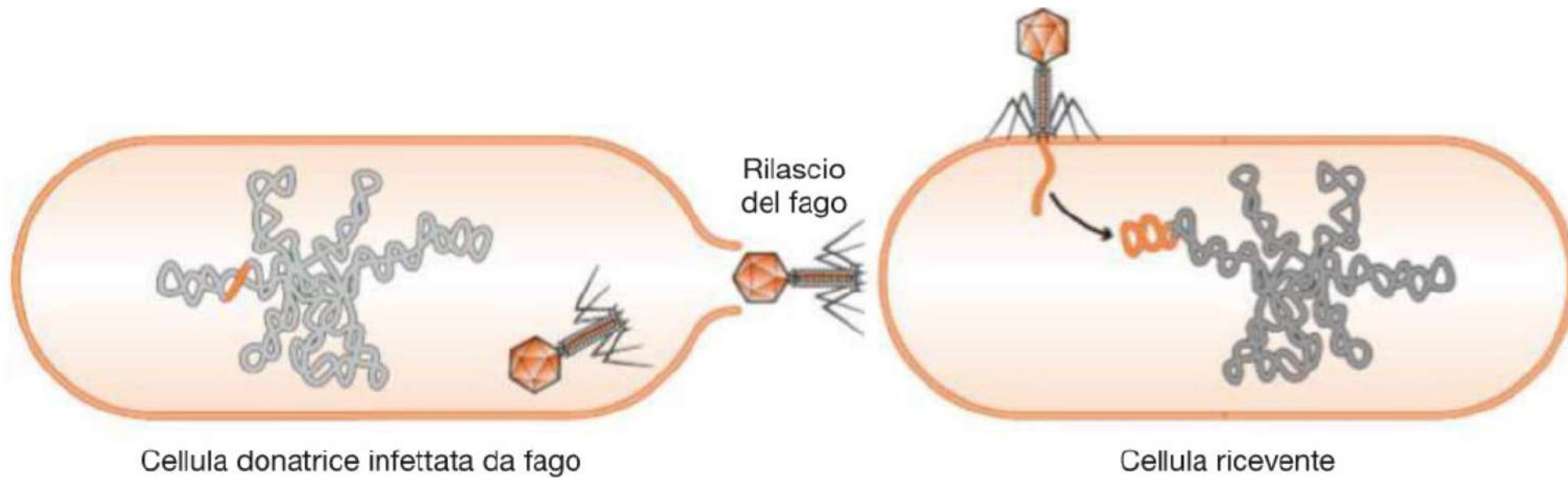
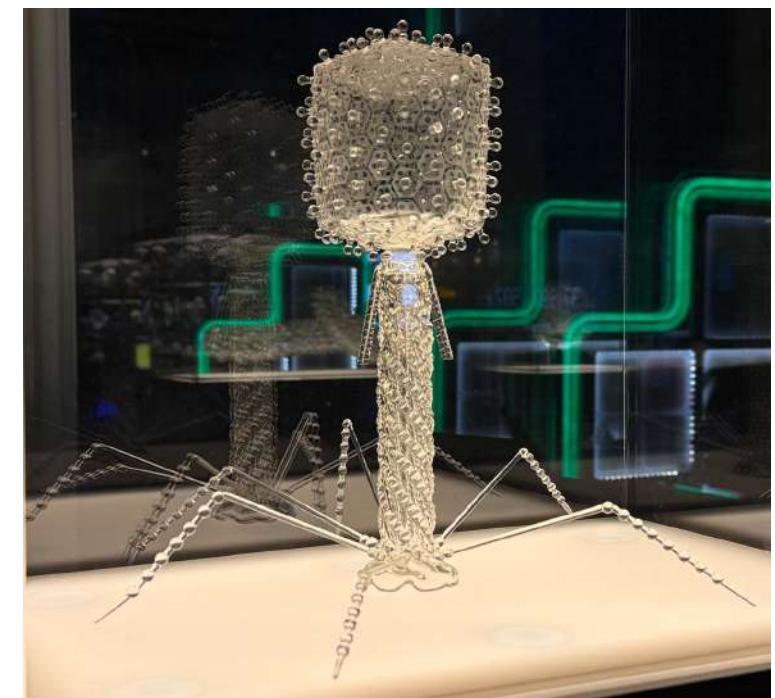
- diffusione rapida di geni di resistenza
- riarrangiamenti genomici che possono aumentare fitness o virulenza



# Fagi lisogenici

Batteriofagi integrati stabilmente nel genoma batterico (profagi).

- veicolano geni di tossine e altre funzioni di virulenza
- possono “attivarsi” in specifiche condizioni di stress tipiche degli alimenti (pH, competizione microbica, temperatura)



# *Escherichia coli* O157:H7 (EHEC/STEC)

Associati a:

- diarrea sanguinolenta
- ospedalizzazione
- sindrome emolitico-uremica (SEU)

Sierotipi principali

- **O157:H7** → prevalente in USA, Canada, UK
- **Non-O157** (O26, O103, O111, O145...) → più diffusi in Europa

Tolleranza agli acidi

- pH minimo di crescita: 4–4,5
- Maggiore resistenza rispetto ad altri patogeni enterici
- Sopravvive in alimenti acidi → contribuisce alla bassa dose infettiva

# Contaminazione degli alimenti

Reservoir principale Intestino bovini, latte

## contaminazione

Contaminazione delle carcasse

Diffusione ambientale negli allevamenti

Trasferimento tra animali

Acqua/terreno contaminati → vegetali

**Cottura adeguata ( $\geq 70^{\circ}\text{C}$  al cuore)**

## Alimenti coinvolti negli ultimi anni

Verdure fresche (spinaci, lattuga, germogli)

Farine

Succhi non pasteurizzati

Acqua contaminata

Frutta

Contatto con animali

*E. coli*

## ***E. coli STEC nei prodotti freschi***

Outbreak frequenti in verdure a foglia, germogli, carne macinata.

Capacità di sopravvivere a pH acidi e colonizzare superfici vegetali.



## *Cronobacter sakazakii*

*Cronobacter* è un **patogeno opportunista** del gruppo Enterobacteriaceae, noto per causare infezioni gravi e potenzialmente fatali in una popolazione estremamente vulnerabile: i **neonati** (in particolare prematuri o sottopeso).

Causa meningite, enterocolite necrotizzante e sepsi nei neonati. Sebbene i casi siano rari, la mortalità è alta (oltre 25%).

L'unico alimento riconosciuto per la trasmissione è il latte in polvere per neonati.

È termoresistente e sopravvive all'essiccazione e allo stress osmotico. Una volta che il latte in polvere viene ricostituito con acqua, diventa un substrato ottimale per la crescita del microrganismo, specialmente se non refrigerato.

## ***Cronobacter sakazakii* nel latte in polvere per neonati**

Casi segnalati negli ultimi anni con gravi infezioni neonatali.

Specie altamente resistente a condizioni di essiccazione e bassa aw.



Alcuni casi di contaminazione del latte artificiale per neonati sono stati segnalati negli Stati Uniti all'inizio dell'anno. Le formule richiamate sono state collegate ad infezioni molto serie da *Cronobacter sakazakii* e *Salmonella* in cinque bambini. Due dei bambini con infezioni da *Cronobacter* sono morti.

## ***Yersinia enterocolitica***

*Yersinia* è un Enterobatterio psicrotrofo, con la specie *Y. enterocolitica* responsabile di malattie trasmesse con gli alimenti.

Ha un ampio intervallo di crescita (da -2 a +42 °C) è ubiquitario (ambiente, acque, animali domestici e selvatici).

L'alimento più spesso associato ai focolai è la **carne suina cruda o non ben cotta**.

Causa gastroenterite con diarrea e **dolori addominali** che, nei bambini e nei giovani adulti, possono essere così forti da essere **erroneamente diagnosticati come appendicite**.

## *Vibrio spp.*

Vibrionaceae, Gram –, bastoncini curvi, flagello polare, *acque marine ed estuariali*.

- Specie alimentari rilevanti:

- *V. cholerae* (colera, trasmissione idrica)
- *V. parahaemolyticus*
- *V. vulnificus*
- *V. alginolyticus*

I bivalvi filtratori possono concentrare Vibrio fino a 100×.

- Patogeni termolabili → cottura efficace.

La temperatura delle acque è il driver principale della proliferazione, il cambiamento climatico sta aumentando la presenza di *Vibrio* nel nord Europa.

## *Shigella*

**Shigella** è un genere batterico Gram - della famiglia *Enterobacteriaceae*, molto simile geneticamente a *Escherichia* e vicino a *Salmonella*.

crescita a pH fino a 4.5-4.7

sopravvivenza a pH fino a 3.3-3.9

crescita in presenza di sale

*Shigella* ha il potenziale di proliferare e/o sopravvivere negli alimenti se non sono sottoposti a un trattamento termico (è termosensibile)

# *Shigella*

*S. dysenteriae, S. flexneri, S. boydii, S. sonnei*

Causa classica dissenteria (diarrea acquosa, spesso associata a perdita di sangue). E' endemico in tutto il mondo e la contaminazione fecale di acqua o alimenti può portare all'insorgenza di epidemie di shigellosi sia in Paesi sviluppati sia in quelli in via di sviluppo.

Serbatoio: non presente nel ambiente, l'uomo è probabilmente il serbatoio

Dose infettiva molto bassa ( $10^1$ - $10^2$  cellule)

Shigellosi = diarrea acquosa, spesso associata a perdita di sangue

Fattori di virulenza = tossina Shiga e invasione delle cellule ospite con meccanismi simili ad altri enteropatogeni (es: *E. coli* enteroinvadivi)

# Focolaio di Shigella in Europa: 38 casi segnalati in cinque Paesi, cos'è e come si trasmette

38 persone sono state colpite da Shigella sonnei in Regno Unito, Austria, Francia, Irlanda e Paesi Bassi, probabilmente a causa di voli internazionali a lungo raggio



Rebecca Manzi 14 Febbraio 2025

## Focolaio di Shigella in Europa, UK e Usa. In totale 221 le infezioni confermate, tutte legate a Capo Verde. Il punto dell'Ecdc

quotidiano**sanità**

Verde.

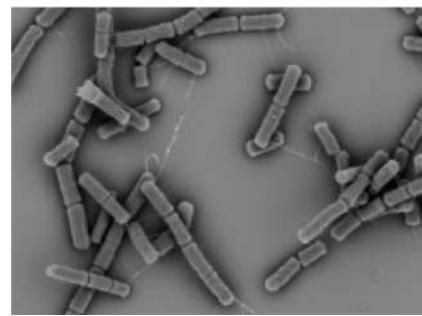
Non sono ancora state identificate informazioni sulle possibili modalità di infezione o di esposizione comune, ma sono in corso indagini a Capo Verde. Le modalità di trasmissione plausibili sono molteplici e la via più probabile è quella alimentare, anche attraverso operatori alimentari infetti. Tuttavia, è possibile anche la trasmissione da persona a persona. L'Ecdc incoraggia le autorità sanitarie a sensibilizzare gli operatori sanitari sulla possibilità di infezioni da Shigella tra le persone che hanno recentemente viaggiato a Capo Verde.

Un numero crescente di casi di shigellosi, causati principalmente da Shigella sonnei, tra i viaggiatori di ritorno da Capo Verde, è stato segnalato nell'UE, nel Regno Unito (UK) e negli Stati Uniti (US) dal settembre 2022. Questo focolaio si è evoluto rapidamente nel periodo novembre-dicembre 2022. Al 16 febbraio 2023, 10 Paesi dell'UE, il Regno Unito e gli Stati Uniti hanno segnalato 221 infezioni confermate di Shigella sonnei e 37 casi possibili, tutti collegati a Capo Verde.

<b>Patogeno</b>	<b>Caratteristiche</b>	<b>Reservoir</b>	<b>Dose</b>	<b>Clinica</b>	<b>Alimenti</b>	<b>Prevenzione</b>
<i>Salmonella</i>	Gram-, non sporigeno; resistente nell'ambiente; crescita 7–45 °C	Tratto intestinale di animali e uomo; ambiente; allevamenti	Alta ( $10^5$ – $10^7$ ), ma più bassa in alimenti grassi	Enterite: diarrea, febbre, crampi (6–72 h)	Uova e ovo prodotti, pollame, carne suina, latte crudo, spezie, prodotti pronti contaminati	Cottura adeguata; evitare cross-contaminazioni; igiene in allevamento; refrigerazione
<i>Campylobacter jejuni / coli</i>	Gram-, microaerofilo, non cresce <30 °C; non prolifera negli alimenti	Pollame (20–80% dei lotti); acqua; animali domestici	Bassa: 500–1000 cellule	Enterite: diarrea (spesso ematica), febbre, dolore addominale;	Pollame crudo/undercooked, latte crudo, acqua, croci-contaminazioni	Cottura completa del pollame; evitare contaminazioni crociate; acqua potabile; refrigerazione stabile
<i>Listeria monocytogenes</i>	Gram+, sporigeno non, psicrotrofo (crescita a 0–4 °C); biofilm	Suolo, acqua, impianti, ambiente produttivo (RTE)	Alta nei sani, bassa nei soggetti a rischio	Listeriosi invasiva: setticemia, meningite; aborto; gastroenterite nei sani	Prodotti RTE refrigerati: salmone affumicato, formaggi molli, latte crudo, carni pronte, verdure IV gamma	Controllo ambientale (biofilm!), progettazione impianti, igiene, catena del freddo, limite UE 100 UFC/g in RTE
<i>E. coli patogeni (STEC/EHEC, EPEC, ETEC, EAEC)</i>	Gram-, non sporigeno; vari patotipi con geni di virulenza mobili (PAI, plasmidi, fagi)	Bovini (STEC), ambiente, vegetali, acqua	Molto bassa (STEC): ~100 cellule	STEC: diarrea sanguinolenta, acquosa	Carni macinate, latte crudo, verdure a foglia, germogli, acqua, farine crude	Igiene in allevamento, gestione carni macinate, lavaggio vegetali, cottura, prevenzione cross-contaminazione

# **Microrganismi responsabili di intossicazioni alimentari.**

## *Bacillus cereus group*



*B. thuringiensis*, *B. mycoides*, *B. pseudomycoides*, *B. weihenstephanensis*, *B. cytotoxicus*, *B. toyonensis*, *B. anthracis*.

Gram+, bastoncello, aerobio/facoltativo anaerobio, mobile, spore.

10–50 °C, optimum 35–40 °C.

Specie ubiquitaria: Suolo, polvere, vegetali, acque, tratto intestinale di animali.

Endospore resistenti a: calore moderato, disidratazione, vari stress fisici

# Contaminazione degli alimenti

suolo > diretta di alimenti vegetali; indiretta di alimenti animali (mangimi, mammelle, superfici di mungitura).

Alimenti frequentemente contaminati:

Riso, cereali, spezie, vegetali, alimenti disidratati.

Latte crudo e prodotti lattiero-caseari; latte in polvere e formule per lattanti.

Prodotti carnei.

Biofilm:

Spore/cellule aderenti a impianti (acciaio, tubazioni, serbatoi, linee latte).

Elevata capacità di adesione legata a caratteristiche delle spore (idrofobicità, esosporio, appendici).

Fonte di ricontaminazione di latte pasteurizzato e latte in polvere.

*B. cereus* causa due forme di tossinfezione alimentare:

Sindrome emetica (cereulide, tossina preformata → vomito)

Sindrome diarroica (enterotossine prodotte nell'intestino)

## Sindrome emetica

Tossina: cereulide (Peptide preformato nell'alimento, non nel lume intestinale).

Resistente ad acidità, proteolisi, calore

Arriva allo stomaco, si lega agli enterociti → nausea e vomito (1–5 h).

Inizio fase stazionaria; T 12–37 °C (optimum 12–15 °C).

Tipicamente legata ad alimenti cotti, raffreddati lentamente e mantenuti tiepidi (es. riso).

## Sindrome diarreica

Tossine prodotte nell'intestino da cellule o spore ingerite:

Hbl (*Hemolysin BL*)

Nhe (*Non-hemolytic enterotoxin*)

CytK (*citotossina K / EntK*)

Termolabili, degradate a pH 3 e dagli enzimi digestivi

Produzione a 10–43 °C, optimum ~32 °C.

Incubazione ~8–16 h, dolori addominali, diarrea acquosa, nausea/vomito.

# Misure preventive

Trattamenti termici adeguati, ma consapevoli che le spore sopravvivono.

- Raffreddamento rapido di riso, pasta, salse, piatti pronti.
- Refrigerazione efficace ( $< 7^{\circ}\text{C}$ ) e tempi di stoccaggio limitati.
- Progettazione e sanificazione per ridurre biofilm su superfici e tubazioni.

## Esempio: contaminazione in formulati per l'infanzia



Recalled products

## Norway solves outbreak involving young children

By Joe Whitworth on February 9, 2024

Norwegian officials have solved a *Bacillus cereus* outbreak that affected more than 20 young children.

Several infants aged 5 to 6 months old became ill between November 2023 and January 2024 after eating a type of porridge.

Recalled products



Contents lists available at ScienceDirect

## Toxicology Reports

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/toxrep](http://www.elsevier.com/locate/toxrep)



Microbiological evaluation of infant foods quality and molecular detection



Article

## Insight into *Bacillus cereus* Associated with Infant Foods in Beijing



Contents lists available at ScienceDirect

## Food Control

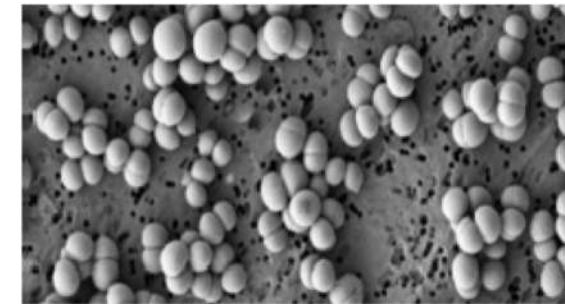
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/foodcont](http://www.elsevier.com/locate/foodcont)



Commercial infant cereals contain high concentrations of endotoxins and viable *Bacillus* spp.

*B. cereus*

# *Staphylococcus aureus*



Gram+, cocco, anaerobio facoltativo, catalasi+ e coagulasi+  
Fa parte del microbiota umano (cavità nasali, pelle), ma è anche un patogeno opportunista.

Causa:

Infezioni nosocomiali

Intossicazioni alimentari → enterotossine termostabili preformate negli alimenti.

## Aspetti fisiologici

Elevato adattamento:

Crescita tra 7–48 °C (optimum ~37–45 °C)

Produzione enterotossine: 10–46 °C

pH di crescita 4–9,8, optimum 6–7

Resistenza osmotica → crescita a aw 0,83 e fino  
al 20% NaCl

# Contaminazione degli alimenti

Ampia diffusione su pelle, mucose, pelo degli animali.  
carne, latte e derivati, prodotti di pasticceria, ready-to-eat

vie di contaminazione:

Materie prime contaminate

Scarsa igiene del personale

Attrezzature contaminate/biofilm

Raffreddamento lento o stoccaggio improprio

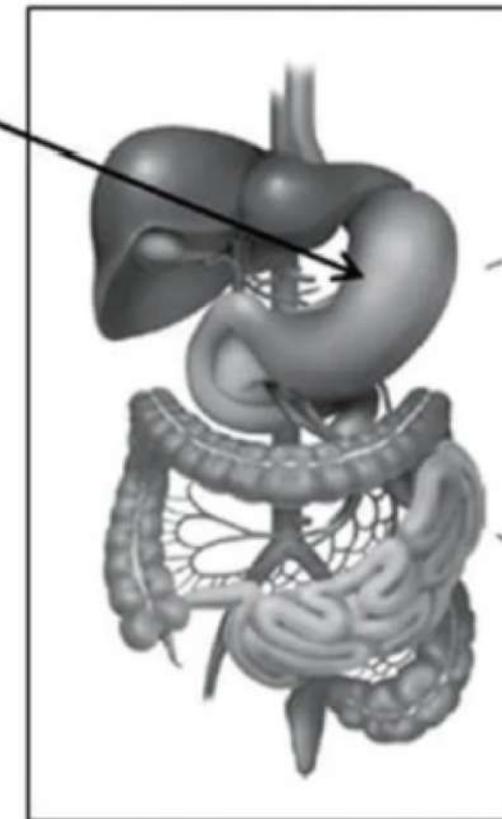
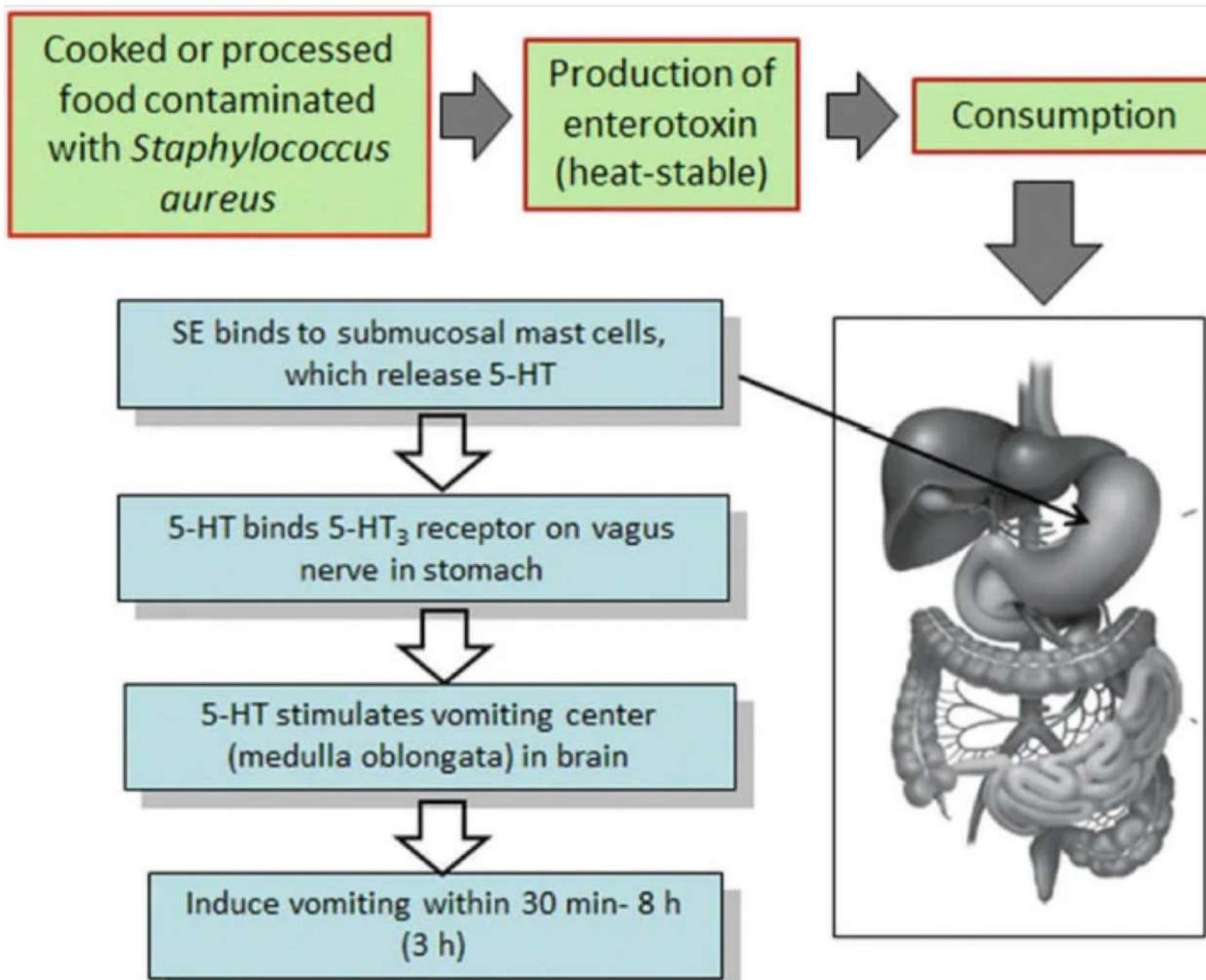
Crescita e produzione di enterotossine facilitata da temperature inadeguate  
durante manipolazione e holding time.

## Malattia causata da *S. aureus*

Fattori di virulenza

- Adesine → adesione + biofilm
- Citotossine, peptidi citolitici
- Enterotossine (SEA, SEB, SEC, SED, SEE) Termostabili, resistenti alla pepsina

Sintomi: vomito intenso, nausea, crampi, diarrea, mal di testa( 1–6 ore)



Mast cells = cellule immunitarie

5-HT = recettori del sistema nervoso

## Misure di controllo

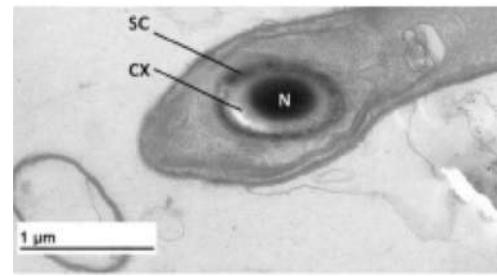
Igiene degli animali e delle superfici, cross-contamination

Corretto trattamento termico (per ridurre cellule, non le enterotossine)

Refrigerazione < 4 °C

Prevenire la formazione di biofilm

## *Clostridium botulinum*



*C. botulinum*: bastoncello Gram+, anaerobio obbligato, sporogeno.

Produce neurotossina botulinica, tra le tossine naturali più potenti → causa botulismo (spesso letale se non trattato).

Suddivisione in gruppi fisiologici (I–IV)

- Gruppo I: ceppi mesofili, proteolitici/lipolitici, tossine A, B, F.
- Gruppo II: ceppi psicrotrofi, non proteolitici, tossine B, E, F.
- Gruppo III: tossine C e D (importanti per animali; produzione mediata da fagi).
- Gruppo IV: tossina G.

# Contaminazione degli alimenti

suolo, polvere, sedimenti di acque dolci e marine, reflui, liquami, tratto intestinale di animali e uomo.

Alimenti a rischio (bassa acidità, condizioni anaerobie):

conserve e semiconserve non acide ( $\text{pH} > 4,6$ ) o non correttamente acidificate/fermentate;  
prodotti conservati fatti in casa:

Le spore resistono a molti trattamenti tecnologici; la tossina, una volta prodotta, è stabile a lungo negli alimenti.

Sviluppo e produzione di tossina favoriti da:  
assenza di ossigeno;  
temperatura di conservazione troppo elevata;  
trattamenti termici/sterilizzazioni non idonee;  
errori su pH, aw, integrità del packaging.

## **Malattia causata da *C. botulinum* (Botulismo)**

Neurotossina ~150 kDa: blocco del rilascio di acetilcolina alle giunzioni neuromuscolari

Botulismo alimentare: Ingestione di tossina preformata nell'alimento.

Botulismo infantile: Ingestione di spore

Botulismo da ferita/tossiemia intestinale dell'adulto

Incubazione: da poche ore a > 1 settimana (più breve = malattia più grave).

Sintomi iniziali: offuscamento visivo, difficoltà nel parlare e deglutire, secchezza delle fauci;

Evoluzione: paralisi simmetrica flaccida, discendente (dalla testa agli arti);  
rischio di insufficienza respiratoria → morte se non trattato.

Dose letale tipo A:  $\approx 1 \text{ } \mu\text{g/kg}$  nell'adulto; pochi grammi di alimento contaminato possono essere sufficienti.

## Misure preventive e di controllo

La prevenzione passa soprattutto da progettazione del processo combinazione di ostacoli

### Trattamenti termici

Per conserve a bassa acidità ( $\text{pH} \geq 4,5$ ):

Obiettivo: distruggere le spore più resistenti di gruppo I.

Botulinum cook: riduzione di 12 log del numero di spore → circa 2,4 min a 121 °C (in autoclave, 2 atm).

Tempo/temperatura da adattare a prodotto e contenitore.

Per prodotti minimamente processati non compatibili con botulinum cook:  
combinare bassa aw,  $\text{pH} < 4,6$ , refrigerazione rigorosa.

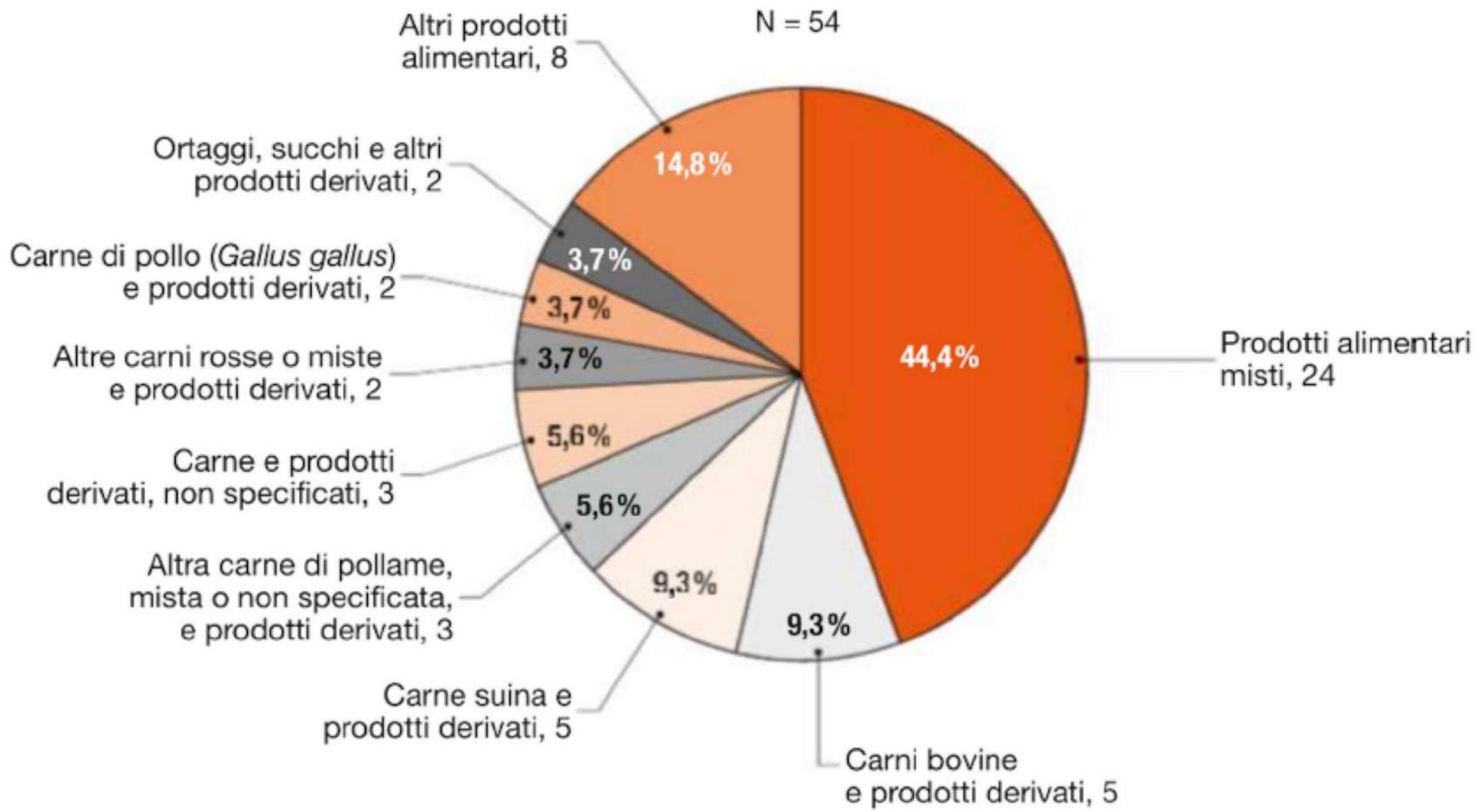
## Prodotti refrigerati e salumi

Prevenire lo sviluppo di ceppi psicrotrofi di gruppo II in prodotti refrigerati a bassa acidità.

uso combinato di NaCl (~10%) e nitriti  
controllo di aw e pH.

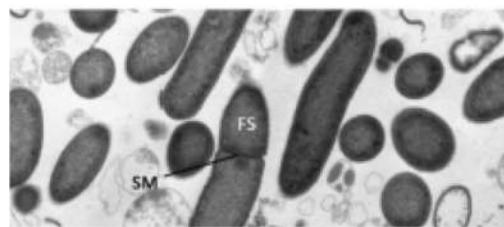
In ambito domestico: seguire buone pratiche igieniche nella preparazione; non consumare conserve con contenitori bombati, con perdita di tenuta o odori anomali; evitare conserve casalinghe di carne e pesce (richiederebbero sterilizzazione a 121 °C);

per conserve vegetali fatte in casa:  
acidificare ( $\text{pH} < 4,6$ ) con acidi organici;  
procedere a bollitura e conservazione al fresco;



**Figura 15.4** Alimenti coinvolti in epidemie accertate causate da tossine del genere *Clostridium* (comprendenti anche le tossine di *C. botulinum*) verificatesi in Europa nel 2012. (Report annuale EFSA, 2014.)

## *Clostridium perfringens*



Gram+, bastoncello, sporigeno, anaerobio ma aerotollerante, spesso mobile.

L'enterotossina (CPE) è quella responsabile della tossinfezione alimentare prodotta solo durante la sporulazione.

Ceppi classificati in 5 tossinotipi (A, B, C, D, E) in base alle principali tossine.

Solo una parte dei ceppi ( $\approx 6\text{--}8\%$ ) possiede il gene per l'enterotossina

## Aspetti fisiologici

Cresce in alimenti ricchi in proteine (e spesso anche amido), a 12–50 °C.

pH minimo di crescita  $\approx$  5.

crescita molto rapida (tempo di generazione < 10 minuti alla temperatura ottimale in mezzi ricchi).

ceppi heat-sensitive (HS)

$D_{100}^{\circ}\text{C}$   $\approx$  3–5 min

ceppi heat-resistant (HR)

$D_{100}^{\circ}\text{C}$   $\approx$  15–145 min

Trattamenti termici 55–70 °C: uccidono le cellule vegetative

Sporula facilmente in: intestino, suolo, ambiente.

Metabolismo:

glicolitico e proteolitico, con produzione di gas (gonfiore alimenti, odori).

*C. perfringens*

Contaminazione degli alimenti  
suolo, polvere, sedimenti, acque di scarico, liquami, carcasse, piantei,  
uomo e animali.

Contaminante frequente di prodotti carni nei macelli:

A rischio il processo tecnologico (cottura + mantenimento a T errata)  
che porta:

sopravvivenza delle spore,  
germinazione,  
replicazione massiva fino a superare la soglia critica ( $\sim 10^5$  cell/g).

## Malattia da *C. perfringens*

Negli animali: Enterite necrotica (suinetti, pollame), enterotossiemia (ovini, bovini), dissenteria agnelli.

Nell'uomo: ingestione di grandi quantità di cellule vegetative vitali in alimenti contaminati

Cellule sopravvivono al passaggio gastrico.

Nel piccolo intestino: sporulazione e produzione di enterotossina

La tossina (se a dosi elevate) interagisce con gli enterociti → rilascio di acqua ed elettroliti, necrosi.

Incubazione: 8–24 h.

Sintomi:

diarrea (spesso abbondante),  
crampi/dolori addominali,  
raramente nausea.

## **Virus alimentari**

Parassiti intracellulari obbligati:

non si moltiplicano nel cibo → l'alimento è solo veicolo, non sede di crescita.

Il virione è molto semplice:

acido nucleico (DNA o RNA, singolo o doppio filamento)  
rivestito da capside proteico (con o senza envelope).

i più rilevanti per via alimentare sono:

**Norovirus (NoV)**

**Virus dell'epatite A (HAV)**

altri coinvolti: enterovirus, sapovirus, rotavirus, astrovirus, adenovirus, HEV.

## Trasmissione e sintomi

Via principale: oro-fecale, ingestione di alimenti e/o acqua contaminati.

Altre vie:

contatto persona-persona

portatori asintomatici che manipolano il cibo

acque reflue, feci umane e animali come sorgenti di contaminazione ambientale.

Sintomi tipici delle gastroenteriti virali:

nausea, vomito, dolori addominali, diarrea, talvolta febbre e mal di testa.

## Alimenti a maggior rischio:

Molluschi bivalvi (ostriche, vongole, mitili)

Vegetali a foglia (es. insalate), Frutti di bosco (es. fragole, lamponi, mirtilli, mix di berries)

in Asia/Africa/Medio Oriente → soprattutto trasmissione da acqua contaminata;

nei Paesi industrializzati → origine zoonotica (es. suino e selvaggina).

## Virus e strategie di controllo negli alimenti

i virus non crescono negli alimenti → le strategie classiche ( $\text{pH}$ ,  $aw$ , refrigerazione) non controllano la “crescita”, ma al massimo influiscono sulla sopravvivenza.

sono stabili in refrigerazione e resistono al congelamento.

Regolazione di  $\text{pH}$  e  $aw$ :

tramite fermentazione, essiccazione, aggiunta di sale/zucchero può avere effetti variabili sui virus, dipende da tipo di virus e matrice.

## Norovirus (NoV)

Principale causa di gastroenterite acuta (circa 1 caso su 5 a livello globale).

Nei Paesi con vaccino contro rotavirus → prima causa di gastroenterite pediatrica che richiede cure mediche.

verdure a foglia, frutta fresca, frutti di mare (soprattutto molluschi), frutti di bosco.

Dose infettiva bassissima:  
si stima 1–10 particelle virali.

## **Virus dell'epatite A (HAV)**

Sintomi: malessere generale, febbre, nausea, vomito, diarrea, dolori addominali, ittero. Responsabile di circa il 50% delle epatiti, può evolvere in epatite fulminante → morte o trapianto epatico

## **Virus dell'epatite E (HEV)**

incidenza minore rispetto a HAV, ma maggiore mortalità in alcuni gruppi (es. gravide, immunodepressi, pazienti con epatopatie) spesso di origine zoonotica (carni di suino/selvaggina poco cotte, contatto animali).

Patogeno	Tipo	Tossina	Alimenti	Dose infettiva / Clinica	Prevenzione
<i>Bacillus cereus</i>	Gram+, sporigeno	Emetica: cereulide (preformata, termostabile) Diarroica: enterotossine (prodotte nell'intestino)	Riso, pasta, piatti cotti raffreddati lentamente, latte e polveri, spezie, vegetali	Emetica: $\geq 10^5$ – $10^8$ cell/g Diarroica: $10^5$ – $10^7$ cell/spore ingerite	Emetica: vomito rapido (1–5 h) Diarroica: diarrea (8–16 h)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram+, non sporigeno	Enterotossine, termostabili, preformate negli alimenti	Alimenti altamente manipolati: creme, pasticceria, carni affettate, lattiero-caseari	Dose molto bassa: tossina preformata; crescita batterica $\geq 10^5$ – $10^6$ UFC/g per produrre SE	Vomito violento 1–6 h, crampi, poco o nulla diarrea
<i>Clostridium botulinum</i>	Gram+, sporigeno, anaerobio	Neurotossina botulinica preformata	Conserve non acide, prodotti sott'olio, insaccati tradizionali, pesce sottovuoto/marinato, frutti di mare, conserve casalinghe	Dose letale molto bassa ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ); basta piccola quantità di tossina	Paralisi flaccida discendente, visione offuscata, difficoltà respiratoria; potenzialmente fatale
<i>Clostridium perfringens</i>	Gram+, sporigeno, anaerobio aerotollerante	Enterotossina (CPE) prodotta durante la sporulazione nel piccolo intestino	Piatti di carne preparati in grandi volumi, stufati, carne tritata, piatti amido + carne	Richiede ingestione elevata: $\geq 10^5$ – $10^7$ cellule	Diarrea e crampi 8–24 h; autolimitante
<b>Virus alimentari (NoV, HAV, HEV)</b>	Virus (non crescono negli alimenti)	Infezione cellulare diretta dopo ingestione; NoV e HAV più comuni	Molluschi bivalvi, frutti di bosco (anche congelati), vegetali a foglia, acqua, alimenti manipolati da portatori	Dose bassissima	Igiene mani, evitare acque contaminate, trattamento termico ( $\geq 90$ °C per >90 s), buona gestione in filiera e ristorazione