

Il ruolo dei microrganismi negli alimenti

- Comprendere l'importanza dei microrganismi nella produzione, conservazione e sicurezza alimentare.
- Distinguere tra microrganismi utili, alteranti e patogeni.
- Esplorare le principali applicazioni tecnologiche dei microrganismi negli alimenti.

 **Origine**

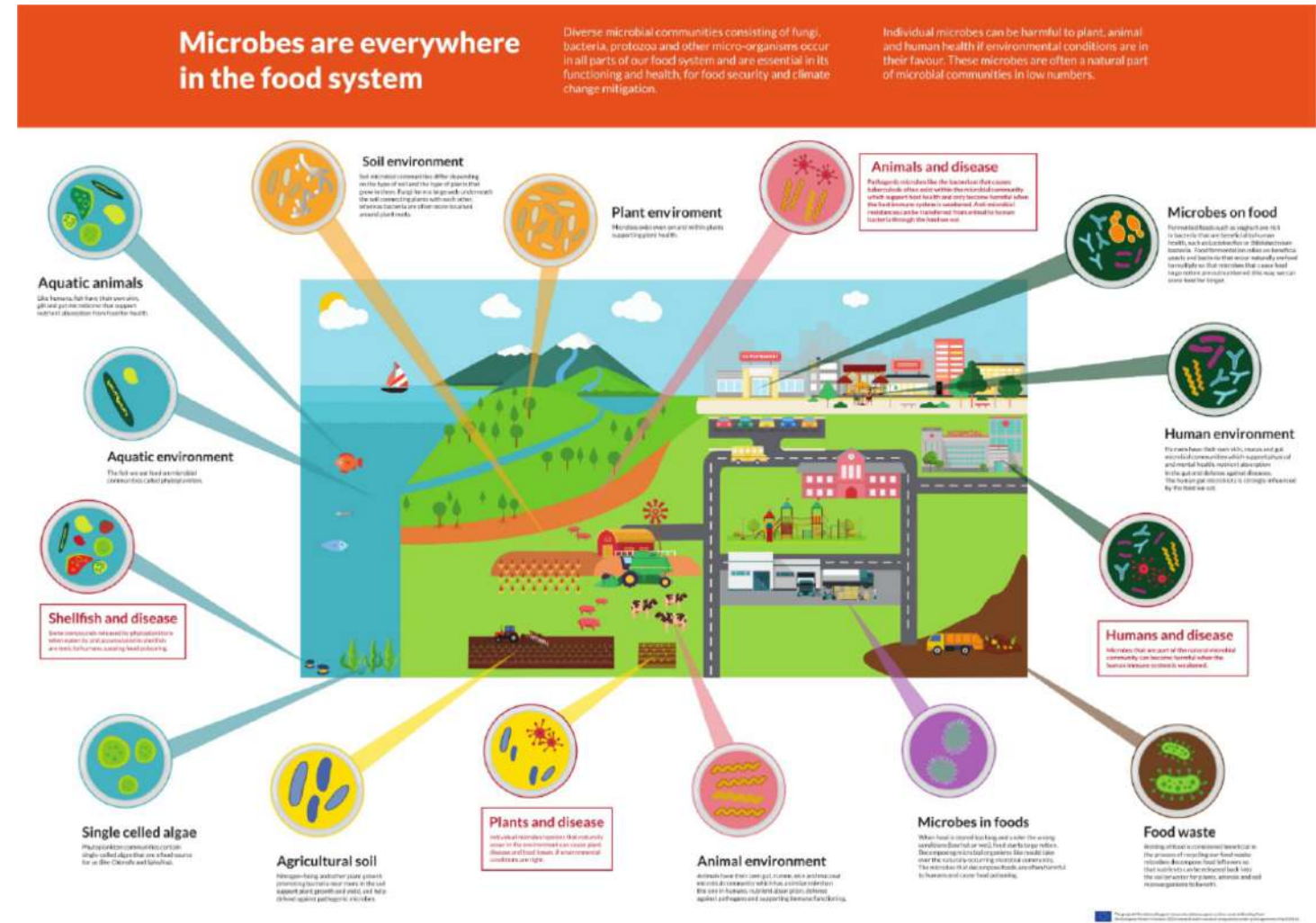
 **Momenti della contaminazione**

 **Ruolo dei microrganismi nella produzione alimentare**

Origine dei microrganismi negli alimenti

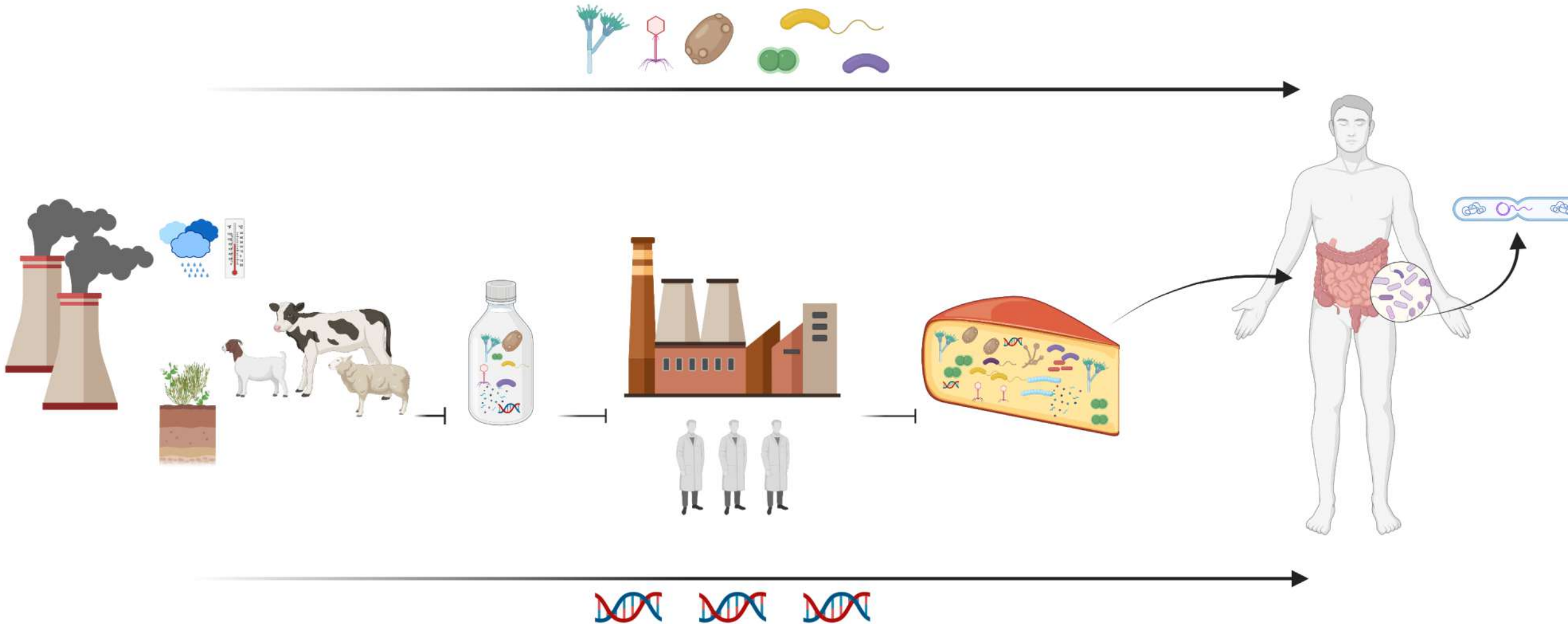
I microrganismi (virus, batteri, lieviti e funghi filamentosi, alghe e protozoi) rappresentano, tra tutti gli esseri viventi, quelli maggiormente diffusi sulla Terra e si riscontrano in ogni ambiente: suolo, acqua, atmosfera, piante e animali.

Moltissime specie microbiche possono essere presenti negli alimenti, svolgendo diversi ruoli



Da dove provengono i microrganismi degli alimenti?

 **Origine**



- **Microrganismi naturali:** Possono essere presenti nella materia prima (es. formaggi a latte crudo, olive da tavola) e la loro attività metabolica è favorita da specifiche procedure di trasformazione.
- **Aggiunta di microrganismi:** Colture selezionate o starter vengono aggiunti volontariamente (es. formaggi, bevande fermentate, prodotti lievitati) per la produzione e/o per migliorare la funzionalità dell'alimento (es. probiotici in yogurt).
- **Contaminazione e deterioramento:** I microrganismi possono contaminare l'alimento durante la conservazione, causando deterioramento o malattie (es. patogeni e tossine).

Nella maggior parte degli alimenti che acquistiamo o prepariamo, i microrganismi rappresentano una componente dell'alimento stesso.

Al fine di garantire il controllo dei microrganismi indesiderati nella produzione degli alimenti, sono applicate sequenze di operazioni unitarie: essiccazione, cottura, affumicatura, salatura, aggiunta di zuccheri, fermentazione, refrigerazione e, più recentemente, tecnologie atermiche di stabilizzazione (alte pressioni o luce pulsata);

queste, abbinate alle tecnologie di confezionamento, hanno consentito di raggiungere obiettivi di stabilizzazione un tempo impensabili

Fonti della contaminazione microbica

I microrganismi possono trovare negli alimenti un ambiente ideale per la propria moltiplicazione, in misura variabile a seconda della disponibilità di nutrienti e ossigeno, dei valori di pH, dell'attività dell'acqua e della temperatura di conservazione.



Occorre, tuttavia, differenziare la contaminazione primaria da quella secondaria

Contaminazione primaria: relativa alla materia prima

Contaminazione secondaria avviene nel processo di

- produzione
- preparazione
- distribuzione

Il suolo è una delle principali riserve di biodiversità microbica Oltre ai microrganismi naturalmente presenti nel suolo, possono essere presenti batteri enterici patogeni (appartenenti ai generi *Salmonella*, *Escherichia*, *Campylobacter*) e virus come i norovirus (NoV) e il virus dell'epatite A (HAV), derivanti dalla contaminazione fecale di animali o da acque reflue.

Y.-G. Zhu, et al.

Environment International 131 (2019) 105059

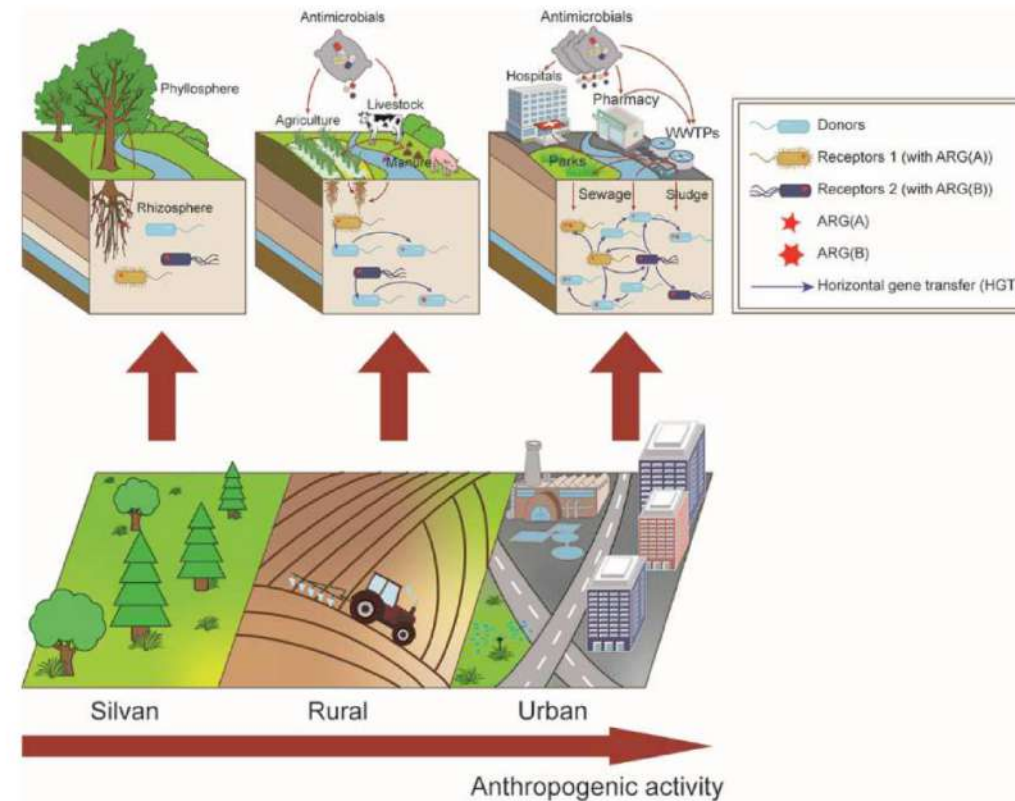
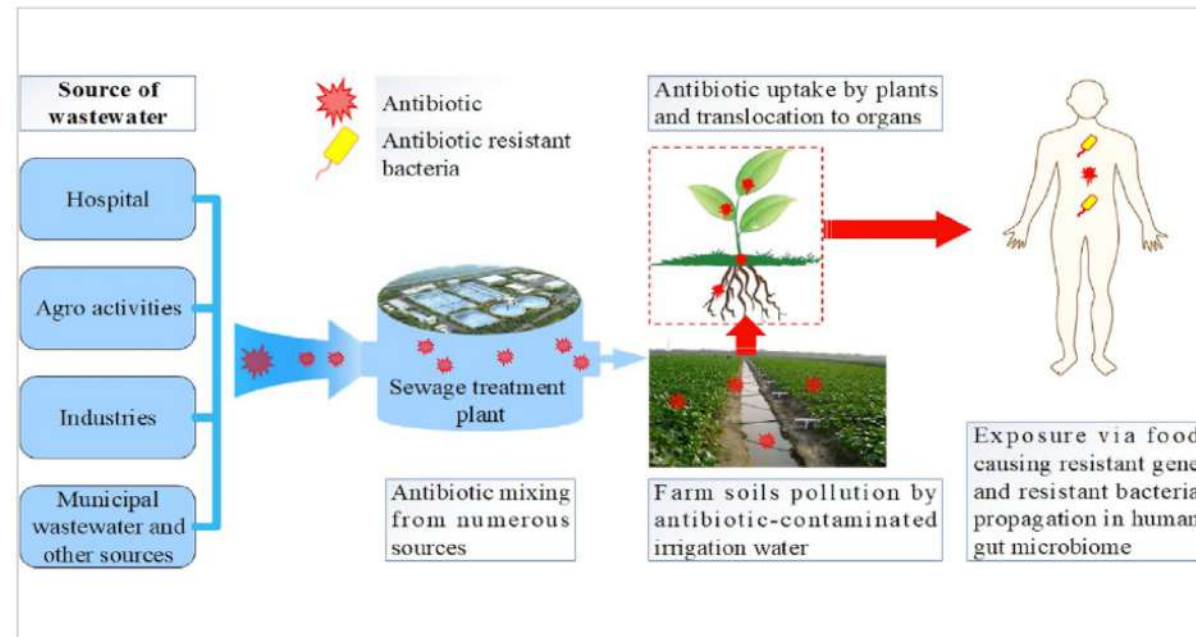


Fig. 2. The effects of anthropogenic activity on antimicrobial resistance in the soil ecosystem. Urbanization intensifies the dispersal of resistance genes in the soil environment and beyond, therefore threatening planetary health.

L'acqua rappresenta un'ulteriore fonte di contaminazione, poiché entra a contatto con l'alimento a più livelli della catena di produzione:

- irrigazione dei campi agricoli,
- acqua di bevanda degli animali,
- pratiche di lavaggio
- come ingrediente di numerosi alimenti e bevande.

F.O. Gudda et al. / Environmental Pollution 264 (2020) 114752



urces, flow into wastewater treatment plants and transfer into agroecosystems, plant uptake, and human microbiota
ibles.

Cronaca

L'avviso del Ministero della Salute

Insalata in busta a rischio listeria: i lotti interessati e che cosa bisogna fare

Richiamate le confezioni di 19 marchi in vendita nei supermercati. L'invito ai consumatori è di "restituire il prodotto al punto vendita dove è stato acquistato". Che cos'è la listeriosi

12/09/2024



Insalata

pixabay

Il Messaggero
#CONDIVISODAI1878

★ LE TUE NOTIZIE

PROMO FLASH

Mondo

GRAN BRETAGNA

Segui



Hai 2 notifiche

Insalata killer, sotto accusa la rucola in busta: due morti e centinaia di malati da E-coli



Il Messaggero TV

Marocco campione del mondo Under 20: vittoria storica contro l'Argentina per 2-0 a Santiago del Cile



L'aria, soprattutto se contiene polveri, può essere veicolo di trasporto e diffusione di microrganismi, anche patogeni, la cui moltiplicazione è favorita dagli elevati livelli di umidità.

Gli addetti possono contaminare gli alimenti, le superfici, le attrezzature (attraverso la via oro-fecale, oro-faringea e cutanea)

Anche **le attrezzature** usate per la raccolta, il trasporto, la lavorazione e la conservazione degli alimenti possono essere esposte a contaminazione causata dagli alimenti stessi, acqua o aria; per questo motivo, le attrezzature devono essere costantemente sanitizzate e controllate.

AUTORITÀ EUROPEA
PER LA SICUREZZA
ALIMENTARE

italiano



Menu

Sea

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

Focolaio epidemico di *Salmonella* legato a prodotti a base di cioccolato in molteplici Paesi: aggiornamento

Pubblicato il: 18 Maggio 2022 | 1 minuto di lettura

Share:  

Il 17 febbraio 2022, il Regno Unito (UK) ha segnalato un focolaio di casi di infezione da *Salmonella Typhimurium* sequenza di tipo 34 monophasica. Fino all'8 aprile 2022, erano stati segnalati 150 casi in nove paesi dell'UE/EEA e nel Regno Unito. La maggior parte dei casi riguarda bambini di età inferiore ai 10 anni, e molti sono stati ospedalizzati. Il ceppo mostra resistenza a sette classi di antimicrobici, ma rimane sensibile all'azitromicina, ciprofloxacina, meropenem e cefalosporine. Le interviste ai casi e le indagini epidemiologiche suggeriscono che specifici prodotti a base di cioccolato della **Marca A**, prodotti dalla **Società A** nello **Stabilimento di Lavorazione B** in Belgio siano i probabili veicoli di infezione.

Momenti della contaminazione microbica

Alimenti vegetali: contaminazione da microrganismi del suolo in campo e post-raccolta, favorita da danni meccanici, insetti o enzimi microbici (es. microrganismi pectinolitici).

Alimenti animali:

Carne: muscolo inizialmente quasi sterile; contaminazione durante macellazione da microbiota cutaneo, feci, suolo o attrezzature.

Pollame: principali fonti di contaminazione sono cute, piume e zampe, con rischio di

Prodotti ittici: contaminazione legata all'ambiente marino, alle condizioni di pesca e alla lavorazione. Molluschi particolarmente sensibili se allevati in acque contaminate.

Ingredienti e additivi: spezie e farine possono introdurre microrganismi termofili, sporigeni o patogeni.

Contaminazione crociata:

Contaminazione crociata **diretta** = contatto diretto tra i due alimenti (vicinanza gocciolamento, miscelazione di ingredienti, miscelazione crudi-cotti)

Contaminazione crociata **indiretta** = il passaggio di microrganismi veicolato da un terzo oggetto-soggetto.

Ad esempio: una superficie di lavorazione, un utensile, uno strumento, gli indumenti della persona addetta alla manipolazione e preparazione degli alimenti, o le sue stesse mani.

La contaminazione crociata è spesso favorita dal mancato principio della marcia in avanti. Nelle fasi di lavorazione, un prodotto alimentare segue un percorso a senso unico non tornando mai nell'ambiente di lavorazione precedente (il principio vale anche per imballaggi e personale)

Relazione tra microrganismi e alimenti

La matrice alimentare è più di un semplice insieme di nutrienti: è un sistema fisico e funzionale che interagisce con i suoi componenti, dando origine a proprietà complesse non riconducibili alla somma delle singole parti.

La stessa quantità di un nutriente può comportarsi in modo diverso a seconda della struttura fisica in cui si trova.

Esempio: 10 grammi di calcio in un bicchiere di latte (una matrice liquida e colloidale) vengono assorbiti diversamente rispetto a 10 grammi di calcio in una compressa (una matrice solida e densa).

i componenti (proteine, zuccheri, acqua, ecc.) si legano, si disperdono o si incapsulano reciprocamente. Queste interazioni influenzano direttamente le proprietà biologiche dell'alimento.

Le proprietà finali dell'alimento (sapore, stabilità, bioaccessibilità dei nutrienti, effetto sulla sazietà) sono il risultato dell'interazione di tutti i componenti.

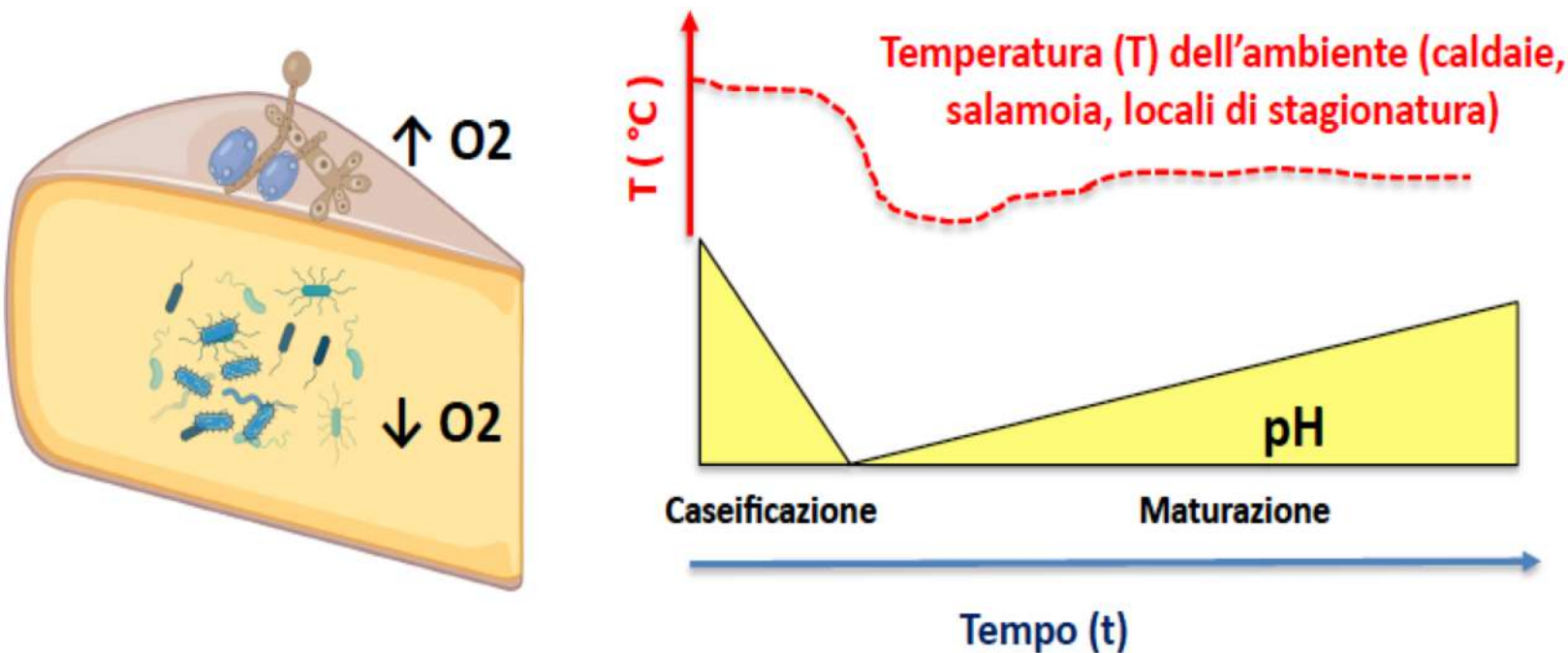
Nel sistema alimento, coesistono:

- Una componente **biotica**, rappresentata da microrganismi che possono crescere, sopravvivere o essere inibiti dalla matrice.
- Una componente **abiotica**, legata a fattori fisici e chimici (umidità, temperatura, composizione, ecc.).

un alimento non è una semplice sostanza inerte, ma un ambiente dinamico in cui le condizioni fisiche e chimiche (abiotica) determinano il destino dei microrganismi (biotica)

L'interazione tra queste due componenti è dinamica e influenzata da:

- 1.Cambiamenti fisici della matrice (es. perdita di umidità).
- 2.Fattori che favoriscono o ostacolano la crescita microbica (pH, aw O_2).



Differenti stati fisiologici



Meccanismi diversi per mantenere le funzioni vitali



Diversi effetti su sicurezza e qualità dei prodotti alimentari

Oggi è difficile definire con certezza quali microrganismi sono o non sono presenti in un alimento:

- I processi produttivi e le nuove formulazioni cambiano continuamente.
- Anche il consumatore, nella fase di preparazione e conservazione domestica, può introdurre condizioni favorevoli alla crescita microbica.

Successione microbica e condizioni ambientali

Le popolazioni microbiche si succedono e cambiano quando mutano parametri come **pH**, **O₂**, **attività dell'acqua (a_t)**, **nutrienti** e **temperatura**.

Le modifiche possono avvenire anche per piccoli cambiamenti nella ricetta o nella conservazione.

Aggiungere frutti di bosco freschi su una crostata alla crema → modifica pH e umidità → favorisce muffe e lieviti.

Carne lasciata fuori frigo → sviluppo di clostridi ed enterococchi → *off-flavour*

I microrganismi sopravvivono grazie alla loro flessibilità metabolica: possono usare diverse fonti di energia e adattarsi a condizioni difficili.

In ambienti industriali o alimentari, i trattamenti subletali (conservanti, calore, disinfettanti) selezionano i ceppi più resistenti.

condizioni oligotrofiche (scarsità di nutrienti).

I microrganismi reagiscono riducendo dimensioni e metabolismo o diventando cellule vitali ma non coltivabili.

Biofilm, motilità, sporulazione

Il ruolo dei microrganismi negli alimenti

Gli alimenti rappresentano complessi ecosistemi in cui molteplici microrganismi trovano fonte di nutrimento e possono, a seconda dei casi, comportarsi da **virtuosi, alteranti o patogeni**.

In alcuni casi, a seconda della matrice e delle condizioni ambientali, lo stesso gruppo microbico può assumere diversi ruoli

Clostridium troviamo specie alteranti (*C. estertheticum*) e specie patogene (*C. botulinum* e *C. perfringens*),

Staphylococcus include specie virtuose (*St. xylosus* e *St. carnosus*) e specie patogene (*St. aureus*).

Il ruolo dei microrganismi negli alimenti

benefici o pro-tecnologici, per esempio come agenti delle fermentazioni alla base della trasformazione di diverse materie prime in alimenti fermentati o come microrganismi probiotici.

dannosi, in quanto responsabili del deterioramento dell'alimento (*spoilage*)

pericolosi, nel caso dei patogeni responsabili di malattie trasmesse da alimenti (*foodborne diseases*).



2. Classificazione dei microrganismi negli alimenti

Microrganismi utili:

Batteri lattici (es. *Lactobacillus*, *Streptococcus*): utilizzati nella produzione di yogurt, formaggi e pane.

Lieviti (es. *Saccharomyces cerevisiae*): impiegati nella panificazione e nella produzione di alcolici.

Muffe (es. *Penicillium*, *Aspergillus*): utilizzate nella produzione di formaggi erborinati e altri prodotti fermentati.

Batteri acetici (es. *Acetobacter*): coinvolti nella produzione di aceto e fermentazione alcolica.

Microrganismi alteranti:

Batteri sporigeni (es. *Bacillus*, *Clostridium*): responsabili di alterazioni sensoriali e deterioramento degli alimenti.

Lieviti e muffe: possono causare fermentazioni indesiderate e alterazioni organolettiche.

Microrganismi patogeni:

Batteri patogeni (es. *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*): causano malattie alimentari.

Virus (es. *Norovirus*, *Hepatitis A*): trasmessi tramite alimenti contaminati.

Parassiti (es. *Toxoplasma gondii*, *Giardia lamblia*): presenti in alimenti crudi o poco cotti.

Pro-
tecnologici

Patogeni

Alteranti



Microrganismi benefici o pro-tecnologici

Batteri:

Acetobacter, Arthrobacter, Bacillus, Bifidobacterium, Brachybacterium, Brevibacterium, Carnobacterium, Corynebacterium, Enterobacter, Enterococcus, Gluconacetobacter, Hafnia, Halomonas, Klebsiella, Kocuria, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Macrococcus, Microbacterium, Micrococcus, Oenococcus, Pediococcus, Propionibacterium, Staphylococcus, Streptococcus, Streptomyces, Tetragenococcus, Weissella, Zymomonas.

Funghi:

Actinomucor, Aspergillus, Fusarium, Lecanicillium, Mucor, Neurospora, Penicillium, Rhizopus, Scopulariopsis, Sperendonema.

Lieviti:

Candida, Cyberlindnera, Cystofilobasidium, Debaryomyces, Dekkera, Hanseniaspora, Kazachstania, Galactomyces, Geotrichum, Guehomuces, Kluyveromyces, Lachancea, Metschnikowia, Pichia, Saccharomyces, Schizosaccharomyces, Schwanniomyces, Starmerella, Torulaspora, Trigonopsis, Wickerhamomyces, Yarrowia, Zygosaccharomyces, Zygotorulaspora.

Microrganismi benefici o pro-tecnologici

I batteri, per la loro ubiquitarietà, rappresentano sicuramente il gruppo più esteso in termini di quantità e numero di specie.

La loro estrema capacità di adattamento a differenti condizioni ambientali (pH, ossigeno, aw, temperatura) e di sfruttamento di diverse fonti nutritive, unitamente alla loro rapidità di crescita, li rende capaci di sopravvivere in condizioni avverse alla sopravvivenza e quindi in grado di colonizzare velocemente quasi tutte le matrici alimentari.

Sulla base delle loro caratteristiche fisiologiche e metaboliche, diversi gruppi batterici sono diventati di interesse nella microbiologia alimentare in quanto capaci di poter svolgere attività virtuose principalmente legate alla produzione di alimenti.



Le attività benefiche dei microrganismi sono sfruttate:

- per produrre alimenti fermentati sicuri e stabili
- per migliorarne qualità, gusto e valore nutrizionale
- per sviluppare nuove colture starter con funzioni mirate (acidificazione, aroma, bioprotezione, probiotici).



Produzione di alimenti fermentati

Batteri → usati come starter per la produzione di formaggio e yogurt

Muffe → impiegate nella stagionatura dei formaggi

Lieviti → utilizzati per la produzione di pane e vino

Batteri, muffe e lieviti → combinati nella produzione di salsa di soia

Durante la fermentazione, i microrganismi possono:



- Aumentare il valore nutrizionale (produzione di vitamine e amminoacidi essenziali);
 - Eliminare fattori anti-nutrizionali (es. fitati nei cereali);
 - Migliorare la digeribilità di proteine e fibre;
 - Conferire proprietà salutistiche grazie ai probiotici.
-
- Lacticaseibacillus casei* nello yogurt produce vitamine del gruppo B;
 - Rhizopus oligosporus* nel tempeh di soia riduce i fattori antinutrizionali della soia;
 - Lactiplantibacillus plantarum* 299v e *Bifidobacterium lactis* BB-12 migliorano la salute intestinale se consumati regolarmente.

Batteri Lattici (LAB) - I Protagonisti Virtuosi



I batteri d'interesse in microbiologia alimentare si distinguono in gruppi in base a caratteristiche fisiologiche e metaboliche, con i **batteri lattici (LAB)** che rappresentano il gruppo "virtuoso" più significativo.

Ampiamente diffusi in natura e associati a una vasta gamma di **alimenti fermentati**.

I batteri lattici (Lactic Acid Bacteria, LAB)



I batteri lattici (*Lactic Acid Bacteria*, LAB) sono batteri Gram-positivi, catalasi-negativi, che producono grandi quantità di acido lattico.

I gruppi batterici che compongono i LAB sono tra i più familiari all'uomo, poiché sono strettamente associati all'ambiente umano e a un'ampia varietà di alimenti naturalmente fermentati, come prodotti lattiero-caseari, cereali, verdure e molti altri.

I LAB costituiscono un ampio gruppo batterico composto da circa 380 specie, suddivise in 40 generi appartenenti a 6 famiglie, filogeneticamente incluse nell'ordine dei Lactobacillales, all'interno del phylum Firmicutes.

Generi Principali:

Lacticaseibacillus, *Lactiplantibacillus*, *Lactobacillus*, *Levilactobacillus*, *Limosilactobacillus* (un tempo tutti *Lactobacillus*).

Leuconostoc, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*.

Meno comuni: Enterococcus, Carnobacterium, Weissella, ecc.



Le attività virtuose dei m.o. sono utilizzate non solo per la produzione ma anche per il miglioramento dei prodotti alimentari

| Gruppo microbico | Ruolo principale | Microrganismi principali | Alimenti |
|----------------------|---|--|--|
| Batteri lattici | Fermentazione di carboidrati e produzione di acido lattico (omofermentanti) Fermentazione di carboidrati e produzione di acido lattico, acido acetico, etanolo e anidride carbonica (eterofermentanti) Produzione di sostanze antimicrobiche (batteriocine) Produzione di composti aromatici | Lactobacillaceae Leuconostocaceae <i>Leuconostoc</i> <i>Pediococcus</i> <i>Lactococcus</i> <i>Streptococcus</i> <i>Enterococcus</i> <i>Oenococcus</i> <i>Sporolactobacillus</i> <i>Tetragenococcus</i> <i>Vagococcus</i> <i>Weissella</i> | <ul style="list-style-type: none"> Prodotti lattiero-caseari Olive da tavola Crauti e altri vegetali fermentati Bevande fermentate Cereali fermentati Impasti acidi e prodotti da forno Alimenti fermentati base carne (salumi) Alimenti fermentati tradizionali (<i>boza</i>, <i>kvass</i>, <i>kimchi</i>, <i>kefir</i>, <i>kumis</i>) Alimenti e integratori probiotici |
| Bifidobatteri | Attività probiotiche | <i>Bifidobacterium</i> spp. | <ul style="list-style-type: none"> Latti fermentati |
| Batteri acetici | Trasformazione dell'etanolo in acido acetico Ossidazione di alcoli in zuccheri (produzione di sorbosio e fruttosio) Produzione di cellulosa | <i>Acetobacter</i> spp. <i>Gluconobacter</i> spp. | <ul style="list-style-type: none"> Frutta Cereali Aceto Birre acide Alimenti fermentati tradizionali (<i>kombucha</i>) |
| Enterobatteri | Avvio delle prime fasi delle fermentazioni spontanee | <i>Cronobacter</i> spp. <i>Enterobacter</i> spp. <i>Klebsiella</i> spp. | <ul style="list-style-type: none"> Cereali e farine derivate Olive da tavola e altri vegetali fermentati (crauti) |
| Batteri propionici | Trasformazione dell'acido lattico in acido propionico (aroma), acido acetico e anidride carbonica | <i>Propionibacterium</i> spp. | <ul style="list-style-type: none"> Alcuni tipi di formaggi (Emmental) |
| Batteri proteolitici | Produzione di proteasi extracellulari (idrolisi di proteine) | <i>Brevibacterium</i> spp. <i>Bacillus</i> spp. Batteri lattici | <ul style="list-style-type: none"> Prodotti lattiero-caseari |
| Batteri lipolitici | Produzione di lipasi extracellulari (idrolisi di lipidi) | <i>Brevibacterium</i> spp. <i>Micrococcus</i> spp. Batteri lattici | <ul style="list-style-type: none"> Prodotti lattiero-caseari |



| Tipo / Azione | Prodotto Finale | Caratteristica Sensoriale | Esempio |
|--|---|--|---|
| Batteri Propionici (<i>Propionibacterium</i>) | Trasformano l'acido lattico in acido propionico, acetico e anidride carbonica (CO₂) . | CO ₂ crea le occhiature (buchi); gli acidi contribuiscono all'aroma. | Formaggio tipo Emmentaler (con i suoi buchi e il sapore dolce-nocciolato). |
| Batteri Lipolitici (<i>Micrococcus</i> spp., Lieviti, Muffe) | Idrolisi dei lipidi che porta alla formazione di metilchetoni . | Odore e sapore piccante. | Formaggi erborinati come il Gorgonzola o il Roquefort . |
| Batteri di Superficie (<i>Brevibacterium linens</i>) | Intervengono con proteasi, lipasi e peptidasi. | Sviluppo di aromi intensi e complessi (es. solforati). | Formaggi a crosta lavata come il Taleggio o il Limburger . |



Microrganismi pro-tecnologici: ESEMPI

Caratterizzano un prodotto alimentare e molto spesso sono aggiunti come colture starter.

Il substrato in cui si trovano favorisce il loro sviluppo a discapito degli altri.

Ruolo nei Prodotti a Base di Carne



I batteri lattici (LAB) sono fondamentali nella maturazione per via fermentativa dei salumi agiscono in successione con altri microrganismi, come i cocchi coagulasi negativi CNC (*Staphylococcus* spp. e *Kocuria* spp.) e le muffe (*Penicillium camemberti*)

Funzioni:

- **Acidificazione:** Produzione di acido lattico (principalmente specie di *Lactobacillus*)
- **Aroma:** Produzione di sottoprodotti come acido acetico, etanolo, acetoino, che contribuiscono all'odore "pungente" tipico dei salumi fermentati (LAB, CNC, muffe)
- Stabilizzazione del colore via riduzione dei nitrati (*Staphylococcus carnosus* e *S. xylosus*)
- **Sicurezza:** Produzione di batteriocine (LAB) e altre sostanze antimicrobiche che inibiscono i patogeni (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*), fungendo da conservanti naturali.



Lieviti: *Saccharomyces cerevisiae* (fermentazione alcolica)

Batteri Malolattici: principalmente del genere *Oenococcus* (es. *O. oeni*) e alcuni *Lactobacilli* (*Lacticaseibacillus*).

Svolgono la **Fermentazione Malolattica (FML)**.

Decarbossilazione dell'**Acido Malico** (più aggressivo) in **Acido Lattico** (più morbido).

Stabilizzazione: Riduzione dell'acidità totale e stabilizzazione microbiologica.

Prodotti derivati da frutta e vegetali



| Vegetale Fermentato | Area Geografica / Tipo | Microrganismi Coinvolti (Generi/Specie) | Ruolo Protecnologico Principale |
|-------------------------------|------------------------|--|---|
| Crauti (Cavolo) | Europa, Globale | Batteri Lattici (BAL): <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> spp. | Acidificazione rapida e predominanza in condizioni di alta salinità e acidità, garantendo conservazione e profilo sensoriale. |
| Olive da Tavola | Mediterraneo | Batteri Lattici (BAL): <i>Lactiplantibacillus pentosus</i> , <i>L. plantarum</i> . | Acidificazione (conservazione) e Deamarizzazione (degradazione dell'oleuropeina). |
| Cetrioli (Pickles) | Europa, Globale | Batteri Lattici (BAL): <i>Lactobacillus</i> spp., <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Pediococcus</i> spp. | Stabilizzazione e conservazione grazie alla produzione di acido lattico. |
| Kimchi (Cavolo Cinese) | Corea, Asia Orientale | Batteri Lattici (BAL): <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Lactiplantibacillus</i> spp. | Acidificazione e sviluppo del sapore aspro e pungente, agendo da conservante. |

Impasti Acidi (Pasta Madre)



I LAB lavorano in sinergia con i lieviti (es. *Saccharomyces cerevisiae*) per formare il microbiota dominante degli impasti a lievitazione naturale (pasta madre).

Conferiscono la giusta acidità (principalmente acido lattico) all'impasto, migliorando la conservazione e la struttura.

Contribuiscono alle proprietà sensoriali (aroma e sapore) (Es. *Fructilactobacillus sanfranciscensis*)

Acidi organici volatili (acetico, propionico, ecc.).

Producono anche anidride carbonica (CO_2), contribuendo marginalmente alla lievitazione.

Bevande Fermentate a Base di Cereali



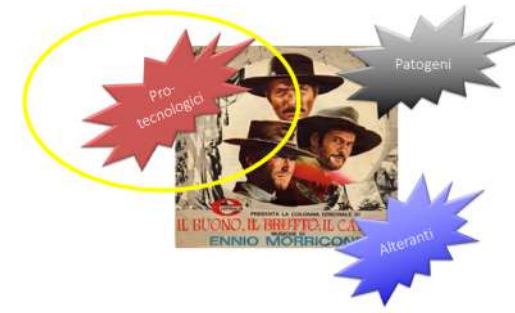
La fermentazione è spesso operata da LAB in sinergia con i lieviti (*Saccharomyces cerevisiae*).

Conservazione e miglioramento delle proprietà strutturali, nutritive e sensoriali dei cereali.

- Rilascio Nutrienti: Aumento della biodisponibilità di amminoacidi essenziali.
- Digeribilità: Diminuzione dei carboidrati/polisaccaridi non digeribili.

| | Batteri Coinvolti | Dettaglio |
|-------------------------|---|--|
| Kvass (Europa dell'Est) | <i>Lactocaseibacillus casei</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> + Lieviti. | Bevanda tradizionale, non alcolica o a basso tenore alcolico, prodotta da malto e farine (orzo, segale). |
| Boza | Microbiota composito di LAB e lieviti. | Bevanda densa e fermentata a base di miglio, molto diffusa nei Balcani e Turchia. |

I microrganismi probiotici



I **probiotici** sono microrganismi vivi che, se assunti in quantità adeguata, **favoriscono la salute umana**, soprattutto a livello intestinale.

Appartengono per lo più ai generi ***Lactobacillus*** e ***Bifidobacterium***, ma anche altre specie (es. *Akkermansia muciniphila*, *Bacteroides*, *Candida etc..*) mostrano effetti positivi.



I microrganismi probiotici negli alimenti devono soddisfare molte altre condizioni:

- **Sufficiente stabilità** durante la produzione e la conservazione.
- **Mantenimento della sua attività probiotica.**
- **Evitare attività metaboliche** che possano alterare il gusto, l'aroma, la consistenza (*texture*) e la durata di conservazione (*shelf-life*) del prodotto alimentare.

Microrganismi alteranti



MICRORGANISMI ALTERANTI NEGLI ALIMENTI: RUOLO E TIPOLOGIE



BATTERI LATTICI (LAB)



PSEUDOMONAS SPP



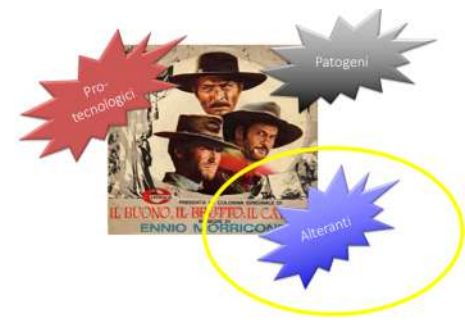
CLOSTRIDIUM SPP



MUFFE
(PENICILLIUM)



LIEVITI
(CANDIDA, RHODOTORULA)



I **microrganismi alteranti** (o deterioranti) rappresentano la principale sfida della conservazione alimentare, essendo responsabili dei cambiamenti indesiderati che limitano la *shelf-life* (durata di conservazione) degli alimenti e ne compromettono la qualità, rendendoli inaccettabili per il consumo, sebbene non sempre patogeni.



Il loro **ruolo** è strettamente legato alla degradazione enzimatica dei principali componenti dell'alimento (carboidrati, proteine e lipidi), un processo che culmina nella formazione di metaboliti secondari responsabili di odori sgradevoli, *off-flavors*, cambiamenti di colore e alterazioni della consistenza.



La velocità e la natura dell'alterazione dipendono strettamente dalla **matrice alimentare** (pH, attività dell'acqua, potenziale redox), dalle condizioni di stoccaggio (temperatura e atmosfera) e, crucialmente, dal **tipo** specifico di microrganismo dominante.

Sono, in genere, scarsamente pericolosi per il consumatore, se presenti in quantità elevata, rendono l'alimento sgradevole e quindi non più commestibile.



Rammollimento dei tessuti vegetali nei sottaceti;

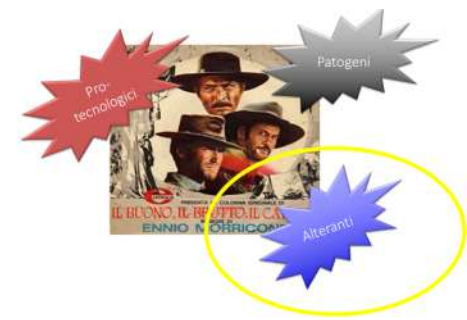


Ammuffimento di conserve

Tra i **batteri alteranti**, i gruppi più significativi sono i **batteri lattici** (LAB), in particolare *Lactobacillus*, *Leuconostoc* e *Carnobacterium*, che, pur essendo spesso desiderabili in alcune fermentazioni, possono deteriorare carni sottovuoto, latticini e prodotti vegetali acidificati producendo acidità, gonfiore e cattivi odori.

| Prodotto | Batteri Coinvolti | Alterazione | Causa / Metaboliti Indesiderati |
|----------|--|---|---|
| Birra | <i>Pediococcus</i> spp. (BAL), <i>Acetobacter</i> (Batteri Acetici) | Filamentosità, Inacidimento, Intorbidamento, Mal della sarcina. | I <i>Pediococcus cerevisiae</i> producono diacetile (odore di miele); BAL eterofermentanti producono gas . |
| Vino | <i>Pediococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Oenococcus</i> (dopo FML) | Sapore amaro (Amarone), Viscosità/Untuosità. | Degradazione del glicerolo (da <i>O. oeni</i> , <i>P. parvulus</i>); Produzione di esopolissacaridi (D-glucani) o eccesso di acidi organici. |

Indicatori di Qualità e Microrganismi Alteranti (SSO)



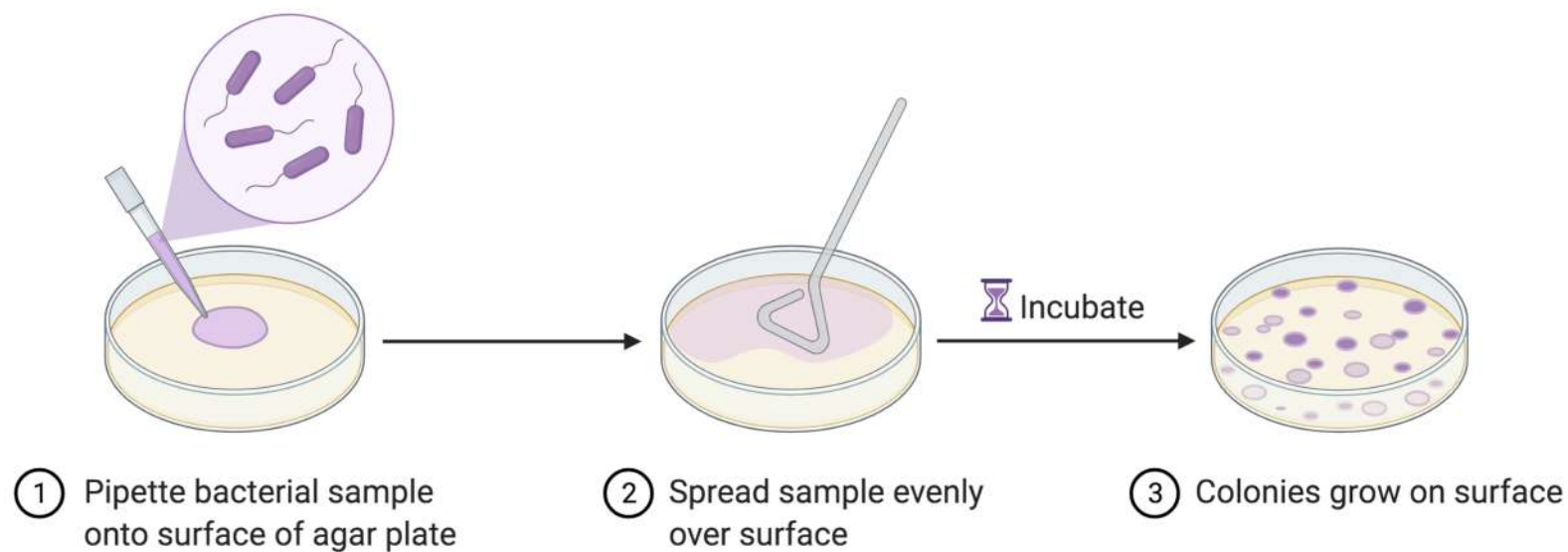
La valutazione della qualità microbiologica degli alimenti si basa sull'uso di gruppi indicatori, tra cui gli aerobi totali (Carica Mesofila Aerobia o CMA), i lieviti e i funghi filamentosi.

La **Carica Mesofila Aerobia (CMA)** è il parametro più comunemente usato per stimare la qualità e la conformità degli alimenti, grazie al basso costo dell'analisi. È utile per valutare la conservabilità di alimenti con una comunità microbica eterogenea e limitata, come carni appena macellate o prodotti pastorizzati.

Negli alimenti dominati da pochi gruppi microbici, come fermentati o salati, è più efficace ricercare gli **SSO (Specific Spoilage Organisms)**, microrganismi alteranti specifici. Ad esempio, nel baccalà, è più utile contare *Pseudomonas spp.*, Batteri Produttori di Solfuro e alobatteri.



| Parametro | Descrizione | Utilità | Limitazione |
|---------------------|--|---|--|
| CMA (Aerobi Totali) | Misura di batteri, lieviti e funghi mesofili aerobi. | Stima della conservabilità in alimenti eterogenei (es. carni fresche, pastorizzati). | Inadeguata in alimenti con microbiota dominante (es. fermentati, salati). |





***Pseudomonas* spp. Il Deterioramento in Aerobiosi**

I batteri del genere *Pseudomonas* sono i principali responsabili del deterioramento in aerobiosi, specialmente negli alimenti conservati a temperature di **refrigerazione**.

Sono **psicrotrofi aerobi** e la loro contaminazione deriva tipicamente dall'ambiente produttivo, in particolare dall'acqua utilizzata nelle lavorazioni.

Nelle carni e nel pesce, le *Pseudomonas* causano *off-odour* (odori ammoniacali dal catabolismo degli amminoacidi), e generano viscosità (*slime*) superficiale a causa della formazione di biofilm.

Nei prodotti ad alto contenuto di lipidi, come salmone o burro (*P. putrefaciens*), provocano irrancidimento e putridità dovuti alla produzione di acidi organici volatili (es. acido isovalerico).

Verona, mozzarelle blu nei discount: ricercatori scoprono che si tratta di un batterio da pesticidi

Il caso che aveva sconvolto l'Italia nel giugno 2010 ora ha un perché. Un ceppo è stato isolato dagli scienziati dell'università di Padova che hanno stabilito che è "figlio" di un diserbante usato in agricoltura



Il caso si era trasformato in vero e proprio scandalo, scatenando un putiferio nei negozi della provincia e zone limitrofe. Ora, a distanza di oltre tre anni dalla scoperta, si sa da cosa era derivato il cambiamento. A causare il fenomeno delle cosiddette "mozzarelle blu" è stato un ceppo batterico che, per la prima

In alimenti come la mozzarella o il latte, *Pseudomonas* spp. (*P. fluorescens*) sono responsabili di alterazioni cromatiche (es. colorazione blu) e degradazione enzimatica (lipasi e proteasi).



CRONACA

Mozzarelle blu all'italiana, un caso nel torinese

23 lug 2010 - 16:07

Un'immagine di una delle mozzarelle blu, provenienti dalla Germania, sequestrate a giugno



Negli alimenti vegetali, *P. fluorescens* e *P. putida* sono spesso causa di marciume molle in insalate pronte, mentre *P. syringae* è noto per il cancro batterico in alcune drupacee.



Cancro batterico del kiwi – Pseudomonas

Pseudomonas syringae pv. *actinidiae*



Foglia di kiwi che mostra i sintomi tipici del cancro batterico del kiwi

La batteriosi del kiwi è causata da *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Il batterio attacca tutte le specie di kiwi e mini-kiwi ed è stato identificato per la prima volta in Europa nel 1992, in Italia. In Svizzera, la prima infestazione si è verificata sulle rive del Lago di Ginevra nel 2011.

Consulenza in caso di sospetta infestazione

[Elenco degli indirizzi degli uffici cantonali](#)

Pubblicazioni

 [Cancro batterico del kiwi: *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*.](#)
(PDF, 511 kB, 2018, ID 37296)

Informazioni complementari

<https://www.cabi.org>

<https://gd.eppo.int/>



Clostridi: Il Deterioramento in Anaerobiosi

Il gruppo dei **Clostridi alteranti** è cruciale nello *spoilage* in assenza di ossigeno (confezionamento sottovuoto). Questi batteri sono **anaerobi** e **sporigeni**, e le loro spore sopravvivono al processo di pastorizzazione.

Nelle carni fresche sottovuoto, i ceppi **psicrotrofi** (*Clostridium estertheticum*, *C. gasigenes*) causano l'alterazione nota come **Blown Pack Spoilage**, caratterizzata dal rigonfiamento delle confezioni dovuto alla produzione di gas maleodorante.



Nella filiera lattiero-casearia, le spore dei **clostridi butirrici** (*C. tyrobutyricum*), provenienti spesso da insilati di scarsa qualità, germinano durante la stagionatura dei formaggi, causando il **gonfiore tardivo** e il tipico sapore di rancido dovuto alla formazione di gas e acido butirrico.

Oltre al ruolo alterante, alcuni clostridi (*C. perfringens*) rientrano tra i **batteri anaerobi solfito riduttori**, fungendo da importante **indicatore igienico-sanitario** per la qualità del processo (conservare, sottovuoto). I *Clostridi* includono anche patogeni umani, come *C. botulinum*, cruciale nella sicurezza delle conserve alimentari per la produzione di tossine termolabili.

Allarme botulino in Italia. Un morto in Calabria e uno a Cagliari, almeno 14 intossicati. Ministero: “Attivati immediatamente protocolli sanitari”

A Cosenza altre 9 persone ricoverate a seguito di malori accusati dopo avere mangiato un panino acquistato in un truck food a Diamante, a Cagliari i ricoverati sarebbero in totale 5. Campitiello: “Garantito ai pazienti l'accesso tempestivo ai trattamenti antidotici salvavita. Attenzione alle conserve casalinghe preparate sottovuoto, in olio o acqua. Raramente gli alimenti a rischio di tossina botulinica sono prodotti industriali”.



Metaboliti come Indicatori

In alternativa alla conta microbica, la qualità può essere stimata ricercando direttamente i **metaboliti** correlati al deterioramento, come l'**acido lattico** nelle conserve vegetali o il **diacetile** nel succo d'arancia e nelle carni (prodotto da SSO come *Brochothrix thermosphacta*).

Indipendentemente dal metodo, lo studio degli indicatori deve garantire rilevabilità, quantificabilità e distinzione rapida e affidabile dei microrganismi.

Il ruolo dei lieviti e delle muffe è fondamentale nell'alterazione di alimenti a basso pH e bassa attività dell'acqua, come confetture, succhi di frutta, prodotti da forno e formaggi stagionati.

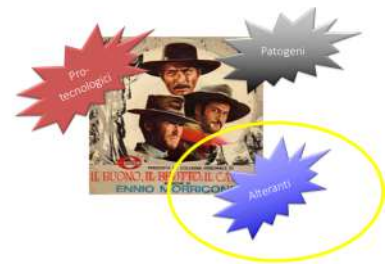
Sono gruppi microbici essenziali nella produzione alimentare, spesso operando in colture miste o sequenziali con i batteri per conferire stabilità, sicurezza e peculiari caratteristiche sensoriali.

I **lieviti**, in particolare le specie di *Rhodotorula*, *Candida* e *Pichia*, causano la fermentazione degli zuccheri con produzione di etanolo e, e possono formare *biofilm* sulla superficie dei liquidi.





| Attività | Specie | Effetto |
|---------------------|--|--|
| Fermentazione | <i>Candida humilis</i> , <i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Galactomyces candidum</i> , <i>Hanseniaspora uvarum</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>K. lactis</i> , <i>Schizosaccharomyces pombe</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Kazachstania exigua</i> , <i>Torulaspora delbrueckii</i> , <i>Zygosaccharomyces rouxii</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> | Profilo aromatico, colore, caratteristiche reologiche |
| Additivi alimentari | <i>Cyberlindnera jadinii</i> , <i>K. marxianus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Y. lipolytica</i> , <i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Sporidiobolus salmonicolor</i> | Rilascio di vitamina B, proteine, peptidi, amminoacidi, minerali, antiossidanti, aromi, coloranti, acido glutammico, nucleotidi, vanillina, citronellolo, linalolo, geraniolo, decalattone, β -glucani |
| Probiotica | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>boulardii</i> | Effetto su batteri patogeni enterici, protezione della barriera epiteliale, regolazione della risposta antinfiammatoria e immunitaria, effetto trofico sulla mucosa intestinale ed effetti clinici su patologie diarroiche |
| Alterante | <i>Brettanomyces bruxellensis</i> , <i>Pichia kudriavzevii</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>D. hansenii</i> , <i>H. uvarum</i> , <i>P. membranaefaciens</i> , <i>Rhodotorula mucilaginosa</i> , <i>Rhodosporidium toruloides</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>S. pombe</i> , <i>Kazachstania exigua</i> , <i>Zygosaccharomyces bailii</i> , <i>Z. bisporus</i> , <i>Z. rouxii</i> | Rigonfiamento lattine di bevande analcoliche, intorbidimento del vino, sviluppo su alimenti, produzione di odori e sapori indesiderati |
| Allergenica | Diverse specie di lieviti | Intolleranze alimentari, emicranie, problemi respiratori, affaticamento cronico, sindrome dell'intestino irritabile |
| Patogenica | <i>Candida</i> spp., <i>P. kudriavzevii</i> , <i>W. anomalus</i> , <i>K. marxianus</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Rhodotorula</i> spp. | Infezioni mucosali, cutanee, respiratorie, sistemiche e danni al sistema nervoso centrale e agli organi interni |



Le **muffe** (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*) sono tipicamente responsabili dell'alterazione superficiale, caratterizzata da crescita filamentosa visibile, spesso accompagnata da macchie e sapori di "muffa" o "terra".

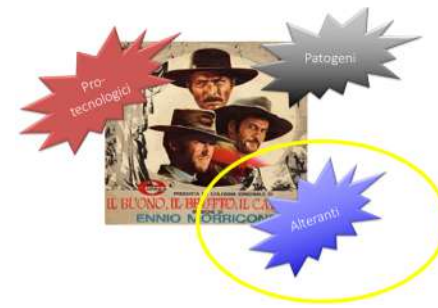
Sebbene il loro ruolo primario sia l'alterazione estetica e strutturale, alcune specie di muffe possono, in particolari condizioni, produrre **micotossine**, sollevando anche preoccupazioni sulla sicurezza alimentare.

Esempi di microrganismi indicatori di qualità per alcuni alimenti.

| | |
|---------------------------------------|--|
| Impasto da pane | <i>Bacillus</i> spp. |
| Frutta in scatola | <i>Bissoclamys</i> spp. |
| Formaggi a pasta dura | Clostridi butirrici |
| | <i>Propionibacterium</i> spp. |
| Ortaggi in scatola | Spore <i>flat sour</i> |
| Vino, birra | Batteri lattici e acetici |
| Zucchero (produzione) | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> |
| Burro | <i>Pseudomonas</i> spp. coliformi, muffe |
| Succhi di frutta e bibite analcoliche | Lieviti, muffe, batteri lattici |

Esempi di alcuni metaboliti indicatori di qualità in determinati alimenti.

| | |
|------------------------------------|---|
| Carne bovina sotto vuoto | Cadaverina-putrescina |
| Succhi di frutta | Diacetile, alcol etilico |
| Tonno in scatola | Istamina |
| Conserve vegetali | Acido lattico |
| Pesci e altri prodotti della pesca | Trimetilammina, basi volatili, azoto volatile totale |
| Burro, panna | Acidi grassi volatili |



Microrganismi patogeni



Microrganismi Patogeni e Malattie Trasmesse da Alimenti

Le malattie a trasmissione alimentare (MTA) rappresentano una preoccupazione igienico-sanitaria significativa e sono causate da microrganismi patogeni.



The screenshot shows the Rai News website interface. At the top, there is a navigation bar with the Rai News logo and various category links: Sport, Video, Cronaca, Esteri, Politica, and a search icon. Below this, a horizontal menu lists several news topics: Temi Caldi, Furto al Louvre, Gaza, è pace?, La guerra in Ucraina, La manovra, Sigfrido Ranucci, Violenza sulle donne, and Jannik Sinner. The main content area is titled 'Salute' and features a sub-header 'Sicurezza alimentare'. The headline of the article is 'Infezioni alimentari, Iss: aumenta listeriosi in Ue e in Italia, salmonellosi la più frequente'. Below the headline, a sub-headline reads 'Gli ultimi dati mostrano una crescita delle infezioni in Europa. Le raccomandazioni utili'. At the bottom left, the date '12/01/2025' is displayed.

Rai News.it Sport Video Cronaca Esteri Politica ... News regionali Tgr v Rai News 24 • LIVE

Temi Caldi → Furto al Louvre Gaza, è pace? La guerra in Ucraina La manovra Sigfrido Ranucci Violenza sulle donne Jannik Sinner

Salute

Sicurezza alimentare

Infezioni alimentari, Iss: aumenta listeriosi in Ue e in Italia, salmonellosi la più frequente

Gli ultimi dati mostrano una crescita delle infezioni in Europa. Le raccomandazioni utili

12/01/2025



| Gruppo | Meccanismo di Azione | Esempi di Patogeni/Tossine |
|---------------------------|---|---|
| Infezione Alimentare | Ingestione di microrganismi patogeni vitali che si moltiplicano nell'organismo (mucosa intestinale o altri distretti). | Salmonellosi, Listeriosi, Campylobatteriosi. |
| Intossicazione Alimentare | Ingestione di tossine microbiche o sostanze tossiche già preformate nell'alimento, non è necessaria l'ingestione del patogeno vitale. | Enterotossine stafilococciche, Tossina botulinica. |
| Tossinfezione Alimentare | Ingestione del patogeno che, una volta nel tratto gastrointestinale, produce le tossine in situ . | Tossinfezioni da <i>Escherichia coli</i> enteroemorragico, <i>Clostridium perfringens</i> . |



Fonti e Momenti di Contaminazione

La contaminazione degli alimenti da patogeni è un rischio che può verificarsi in qualsiasi fase della filiera produttiva o della preparazione domestica, provenendo da diverse fonti:

- **Fonti primarie:** Materie prime, aria, acqua, suolo, superfici, imballaggi, animali e l'essere umano (maneggiamento).

- **Momenti di contaminazione:**

- **Precoce:** Contaminazione delle materie prime (es. *Salmonella* nelle uova durante la deposizione).
- **Durante la vita del prodotto:** Contaminazione in caso di prodotto non confezionato.
- **Preparazione domestica:** Rischio dovuto a manipolazione scorretta o igiene inadeguata.



La Falsa Sicurezza della Cottura e il Rischio di Ricontaminazione

È un errore comune pensare che la sola cottura sia sufficiente a eliminare ogni rischio igienico-sanitario:

- **Tossine Termostabili:** Alcune tossine, come le **micotossine** prodotte dai funghi filamentosi o alcune tossine batteriche, possono **sopravvivere** alle normali condizioni di tempo e temperatura della cottura.
- **Ricontaminazione Post-Cottura:** Dopo la cottura, se l'alimento non viene **raffreddato velocemente** e **protetto** dalle fonti ambientali, l'esposizione all'aria a temperatura ambiente facilita la **ricontaminazione** da parte di microrganismi presenti nell'aria o sugli utensili sporchi.

I sintomi delle MTA non sono limitati al tratto gastroenterico (vomito e diarrea), sebbene siano i più comuni per molte infezioni batteriche e virali.

•**Sintomi Non Gastroenterici:**

- **Listeriosi:** Meningite, aborto.
- **Botulismo alimentare:** Sintomi neurologici gravi.
- ***E. coli* Enteroemorragico:** Sindrome emolitico-uremica (insufficienza renale).

•**Diagnosi Complessa:** La diagnosi può essere resa difficile dalla variabilità del **tempo di incubazione**, che può andare da poche ore (es. tossinfezione da enterotossine stafilococciche) fino a due mesi (es. Listeriosi, Epatite A).

