

# Il ruolo dei microrganismi per un cibo sano e sostenibile

*Sotto i nostri piedi si nasconde un universo invisibile e ancora inesplorato che svolge un ruolo essenziale per la salute del suolo e la produttività delle specie vegetali. Si tratta dei microrganismi – batteri, lieviti, funghi, virus - che rappresentano un'arma vincente per la salvaguardia dell'ecosistema e svolgono un importante ruolo anche nei processi di mitigazione dei cambiamenti climatici. ENEA è fortemente impegnata nella valorizzazione e applicazione delle risorse microbiche.*

DOI 10.12910/EAI2021-063 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Annamaria Bevivino - responsabile Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari e Antonella Del Fiore - Laboratorio Sostenibilità, Qualità e Sicurezza delle Produzioni Agroalimentari

I microrganismi si trovano ovunque, negli esseri umani, nelle piante, negli animali, negli ambienti terrestri e marini. Grazie al loro sorprendente potenziale metabolico svolgono funzioni essenziali per la sostenibilità dei sistemi agro-alimentari, forniscono benefici al pianeta e a tutto ciò che vive su di esso [Fig. 1] ed hanno un ruolo chiave nelle produzioni agricole. Ad esempio, contribuiscono in maniera significativa alla salvaguardia della fertilità del suolo e della nutrizione delle colture, oltre che alla crescita delle piante, alla lotta biologica contro i principali patogeni delle derrate alimentari<sup>1</sup> e alla trasformazione degli alimenti<sup>2</sup>. Pertanto la loro presenza e la loro biodiversità sono funzionali al sostentamento degli organismi viventi sulla Terra.

## I microbiomi e i processi di trasformazione degli alimenti

I microrganismi svolgono, fin dall'antichità, un ruolo chiave anche nella trasformazione degli alimenti. Le fermentazioni microbiche rappresentano infatti la prima e più antica forma di processo di trasformazione e stabi-

lizzazione degli alimenti e quindi di tecnologie alimentari. I primi esempi di alimenti fermentati (pane e bevande alcoliche), derivanti da cereali, si hanno a partire dal 9.000 AC circa, con la nascita delle pratiche dell'agricoltura e dell'allevamento. Nella moderna industria microrganismi di trasformazione o pro-tecnologici (batteri, lieviti, muffe) vengono impiegati, sotto forma essenzialmente di ceppi o colture miste selezionati, più raramente di colture miste naturali, nei processi produttivi di alcuni tra i più importanti prodotti agroalimentari italiani (ad esempio, formaggi, pane, vino, birra, salumi). Le colture microbiche sono utilizzate come starter principali nei processi fermentativi che caratterizzano la produzione di bevande alcoliche, yogurt e altri cibi fermentati (ne sono un esempio le fermentazioni lattiche ed alcoliche). In altri processi produttivi esse concorrono invece, alla definizione di aspetti (sensoriali, reologici, nutrizionali/funzionali o legati alla conservabilità e alla salubrità) relativi alla qualità dei prodotti.

L'ambito industriale degli starter microbici è estremamente dinamico,

fortemente focalizzato sulla ricerca e applicazione di nuovi ceppi e formulazioni che permettano di rispondere a puntuali esigenze di diversificazione di prodotto o processo. La realizzazione di alimenti ad elevato valore aggiunto, con un ruolo benefico nel modulare la composizione e la funzione del microbioma intestinale (ovvero l'insieme del patrimonio genetico formato dai microrganismi che popolano il nostro intestino) e nel prevenire molte malattie rappresenta senza dubbio una delle più importanti modalità di impiego/valorizzazione dei ceppi microbici in ambito agroindustriale. In questi ultimi anni nell'industria alimentare si sta sempre più diffondendo l'utilizzo di postbiotici, composti di derivazione batterica rilasciati a seguito dei processi di fermentazione di matrici alimentari da parte dei batteri probiotici vivi o dalla loro lisi. I postbiotici trovano importanti applicazioni come supplementi per bilanciare la dieta e migliorare l'omeostasi intestinale ma anche per aumentare la conservabilità e la stabilità degli alimenti, inibendo ad esempio la crescita del biofilm microbico, o agendo all'interno di confezioni, o, ancora,

controllando e degradando contaminanti chimici quali micotossine e pesticidi [1].

**La salute del suolo per un cibo sano e sostenibile**

In questi ultimi anni, la crescita demografica, l'urbanizzazione e l'aumento del reddito medio hanno portato la domanda di alimenti (prodotti dell'agricoltura e prodotti trasformati) a livelli mai raggiunti e ne hanno modificato la composizione. La necessità di produrre cibo in maniera sempre più intensiva ha aumentato la pressione sulle risorse naturali che sono alla base

dell'agricoltura, determinando un aumento della deforestazione, delle emissioni di gas serra e della degradazione del suolo, che coinvolge circa il 33% del suolo mondiale e il 25 % dei terreni agricoli dell'Unione Europea [2]. Terra, acqua, fertilità del suolo, biodiversità sono risorse limitate, il cui sfruttamento non può protrarsi all'infinito. Occorrono pertanto soluzioni innovative per la loro salvaguardia, imprescindibile per la continuazione dell'esistenza del nostro pianeta.

Il suolo è una risorsa fondamentale per la vita sulla Terra, fornisce infatti il cibo necessario all'uomo per la sua sopravvivenza. Tale risorsa è però or-

mai da tempo fortemente indebolita a causa dei cambiamenti climatici e dello sfruttamento antropico. La tutela del suolo, attraverso la Mission "Soil Health and Food", è uno degli obiettivi del Programma Quadro Europeo per la Ricerca e l'Innovazione Horizon Europe per il periodo 2021-2027. La missione sostiene lo sviluppo di soluzioni per salvaguardare/ripristinare la salute e le funzioni del suolo, sfruttarne in maniera sostenibile e piena il potenziale e mitigare gli effetti del cambiamento climatico. L'efficacia delle soluzioni sviluppate ha, quale prerequisito, la piena consapevolezza dell'importanza del suolo e quindi del-

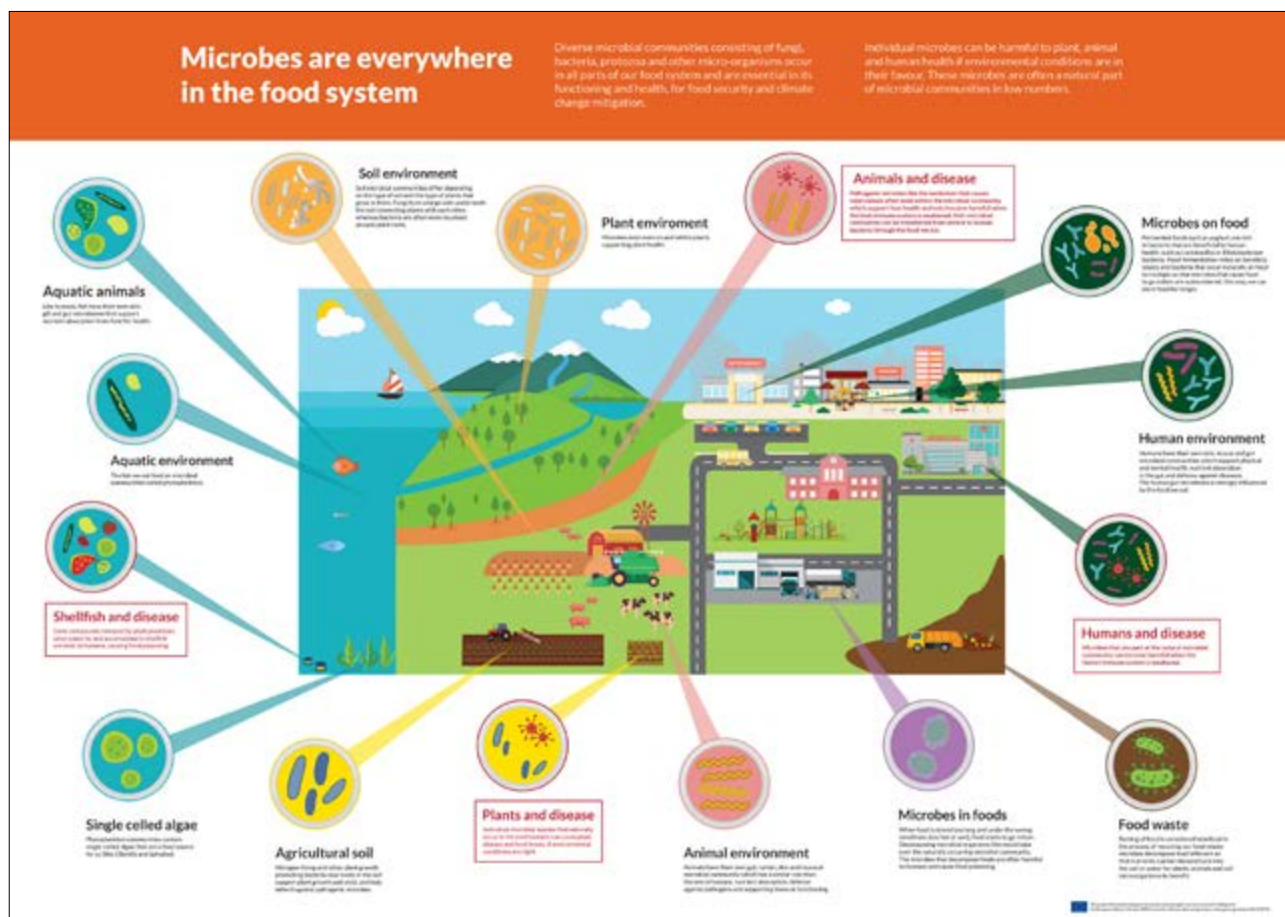


Fig1 | microrganismi nel sistema alimentare. Tratto da: Microbiome Support Action]. <https://www.microbiomesupport.eu/wp-content/uploads/2020/06/A4-infographic.jpg>. I microrganismi sono essenziali per la salute delle piante, degli animali, dell'uomo e dell'ambiente, per la qualità e sicurezza alimentare, nonché nei processi di decomposizione dei rifiuti alimentari.

## Microbiota e microbioma

Negli ultimi anni le comunità microbiche sono comunemente indicate con il termine “microbiota” o, più impropriamente, “microbioma”. I due termini vengono spesso usati come sinonimi ma in realtà non lo sono. La parola microbioma deriva dal greco *micro* che significa "piccolo" e *bíos* che significa "vita". Con questo termine, secondo la recente definizione di un gruppo di esperti internazionali nell'ambito del Microbiome Support Action [4], non ci riferiamo soltanto ad una caratteristica comunità di microrganismi viventi o *microbiota* (composta prevalentemente da batteri, archaea, funghi, virus) che occupano un ambiente ben definito o habitat, con proprietà distinte, ma anche al loro teatro di attività, che comprende il loro patrimonio genetico, proteine/peptidi, lipidi, polisaccaridi, metaboliti microbici. Quando studiamo i microbiomi dobbiamo avere una concezione olistica, da “biologia dei sistemi”, per poter integrare le conoscenze derivanti dall'analisi delle moltissime componenti sia strutturali che funzionali che interagiscono in un particolare habitat. Sfruttare in tutte le sue potenzialità il “microbioma” per migliorare la produttività e la qualità degli alimenti rappresenta quindi una strada promettente per trasformare i sistemi agricoli e alimentari, e pervenire alla realizzazione di una agricoltura di nuova generazione, realmente sostenibile [5].

la sua tutela, da parte dei cittadini, attraverso un loro attivo coinvolgimento. In questo contesto, i microrganismi ricoprono un ruolo di primo piano.

**Il suolo costituisce infatti un'importante riserva di biodiversità microbica.** Con questo termine vogliamo indicare non solo l'abbondanza e la diversità dei microrganismi, ma anche il loro mutare nel tempo e nello spazio, le relazioni che intercorrono tra i diversi microrganismi nonché il ruolo che essi svolgono.

**Sotto i nostri piedi si nasconde un universo invisibile, e ancora inesplorato, di microrganismi che svolgono un ruolo essenziale nella salvaguardia delle funzioni ecosistemiche del suolo e della sua fertilità.** In ogni

grammo di suolo, infatti, troviamo milioni di microrganismi, che svolgono molteplici funzioni benefiche quali la fissazione dell'azoto, la solubilizzazione del fosforo, la produzione di fitormoni, siderofori, auxine, vitamine, molecole di estrema utilità per le piante, e di antagonismo nei confronti dei patogeni vegetali. **I microrganismi rivestono un ruolo essenziale nei cicli biologici,** degradando la sostanza organica degli organismi morti e liberando nell'ambiente circostante le sostanze inorganiche che vengono poi assorbite dalle piante, ritrasformate in composti organici e reintrodotte nella catena alimentare.

**La salute del suolo è alla base della produzione alimentare, e un suolo**

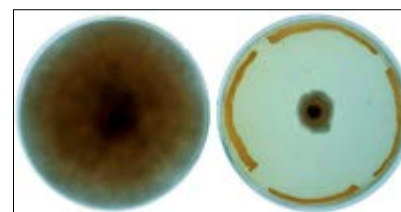


Fig2 Esempio di un batterio antagonista. *Burkholderia ambifaria* (genus *Burkholderia*, family *Burkholderiaceae*) MCI 22 è un batterio isolato dalla radice di mais ([https://doi.org/10.1016/S0168-6496\(98\)00069-5](https://doi.org/10.1016/S0168-6496(98)00069-5)). L'immagine illustra la sua attività antagonista nei confronti del fungo fitopatogeno *Fusarium culmorum* in un saggio su piastra. A sinistra, *Fusarium culmorum* (controllo); a destra, il fungo (al centro) e il batterio seminato ai bordi della piastra. I due microrganismi (il patogeno fungino e l'antagonista batterico) sono stati moltiplicati su piastre di King's B medium alla temperatura di 28°C. La capacità antagonistica è stata valutata in base alla riduzione di crescita del patogeno fungino.

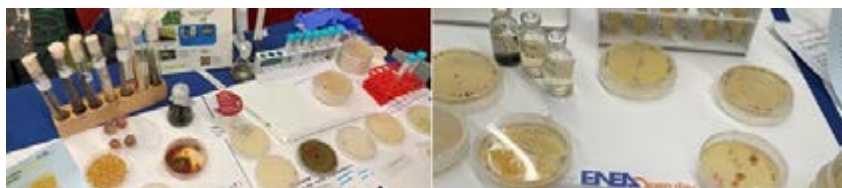


Fig2 Immagini della collezione microbica ENEA presentata il 27 Settembre 2019 in occasione dell'Open Day della Ricerca. Compongono la collezione circa 1.500 microrganismi (batteri, funghi, alghe, virus) e consorzi microbici isolati da diverse matrici ambientali ed ecosistemi naturali, con notevoli potenzialità applicative in diversi settori.

**popolato da microrganismi che svolgono funzioni regolatrici della salute e della produttività delle specie vegetali rappresenta un'arma vincente per la salvaguardia dell'intero ecosistema e per i processi di mitigazione dei cambiamenti climatici. Oggi più che mai si avverte la necessità di ripartire**

dai microrganismi, e sfruttare le loro potenzialità per produrre cibo sano, nutriente e sostenibile, secondo il concetto “one health” (salute globale), ovvero mettendo in primo piano il legame

indissolubile tra il benessere della natura e la salute umana [3]. Le applicazioni di microbiomi possono rendere possibile l'adozione di sistemi di produzione agricola più sostenibili, contribuendo a

migliorare la salute del suolo e la qualità dei prodotti alimentari.

Per info: [annamaria.bevivino@enea.it](mailto:annamaria.bevivino@enea.it)  
[antonella.delfiore@enea.it](mailto:antonella.delfiore@enea.it)

## La collezione microbica ENEA

Presso il Centro Ricerche della Casaccia, ENEA ha realizzato una collezione di circa 1.500 tra batteri, funghi, alghe e virus. Si tratta di un vero e proprio archivio che fa parte del Microbial Resource Research Infrastructure - MIRRI (nota 3), un grande network di Centri per le risorse microbiche europee. Nella collezione microbica ENEA sono presenti ceppi batterici e fungini con attività di promozione della crescita delle piante e di biocontrollo di fitopatogeni e ceppi microbici utili per la produzione di molecole ad alto valore biologico ad uso alimentare [Fig.2, Fig. 3], [6]. La collezione microbica ENEA si inserisce nel quadro delle attività di ricerca volte a migliorare produttività, qualità e sostenibilità delle catene alimentari utilizzando il microbioma, l'insieme di batteri, funghi e virus, dei loro genomi e delle interazioni che questi stabiliscono in un determinato ambiente. Le ricerche realizzate dall'ENEA intendono esplorare il mondo microbico per selezionare microrganismi e consorzi microbici in grado di essere utilizzati come biofertilizzanti e rispondere così alle sfide che il mondo moderno deve affrontare in termini di inquinamento da fertilizzanti chimici e pesticidi. La mappatura dei microbiomi associati alle catene alimentari, realizzata con tecnologie di sequenziamento ultramassivo e analisi bioinformatica, contribuirà inoltre alla creazione di una banca dati di microrganismi e del loro corredo genomico e all'identificazione delle migliori combinazioni in grado di migliorare la salute globale e promuovere un'economia sostenibile. I microrganismi presenti hanno potenzialità applicative molto differenziate: dal trattamento di contaminanti ambientali ai prodotti per il restauro del patrimonio artistico, dalla salute delle piante all'agricoltura sostenibile in suoli aridi, dalle biomolecole per usi industriali, energetici e alimentari alla produzione di molecole *bio-based* per i settori nutraceutico, cosmeceutico, farmaceutico e per la chimica verde; infine, applicazioni in campo biomedico per lo sviluppo di vaccini innovativi, sistemi di diagnostica e per la somministrazione mirata di farmaci in campo oncologico.

1. Utilizzando microrganismi 'antagonisti' con azione di biocontrollo
2. Ad esempio, importanti processi produttivi quali la vinificazione e la panificazione sono basati su fermentazioni microbiche
3. <http://www.mirri-it.it/index.php/associated-members-sep2019/>

## BIBLIOGRAFIA

1. Moradi M, Kousheh SA, Almasi H, et al. 2020. Postbiotics produced by lactic acid bacteria: The next frontier in food safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Nov;19(6):3390-3415. DOI: 10.1111/1541-4337.12613.
2. Linee Guida Volontarie per la Gestione Sostenibile del Suolo (2019) Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura e l'Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi, Roma.
3. Bevivino A, Sonnino L, Rossi L. 2020. Il microbioma dell'agro-ecosistema al servizio della produzione primaria. L'Accademia per il post COVID19 - Altri contributi <http://www.georgofili.it/Media?c=c4aac9f-411e-4eee-83a3-c9e53547b571>
4. Berg G, Rybakova D, Fischer D et al., 2020. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome* 8, 103. <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00875-0>
5. Bevivino, A. Field Microbial Application to Foster Food Quality and Safety. SIMBA Project. 2020. Available online: <http://simbaproject.eu/field-microbial-application-to-foster-food-quality-and-safety/>
6. La collezione microbica ENEA e l'infrastruttura MIRRI, Microbial Resources Research Infrastructure (EAI, 2020, pag. 50)