

Task Force di Ateneo per gli Studi sul Microbioma

Principali aree tematiche rilevanti e caratterizzanti

- Agricoltura e microbioma dell'agro-ecosistema;
- Microbioma e gradienti ambientali, biorisanamento e cicli della materia;
- Microbioma e alimenti di origine vegetale e animale: produzione, conservazione e sicurezza;
- Ruolo del microbioma nel rapporto salute-malattia in piante, animali ed uomo;
- Approcci nutrizionali: dieta, modulazione del microbioma e possibili effetti nella prevenzione e trattamento di patologie;
- Alimenti funzionali, pre-/pro-/post- e sim-biotici;

Finalità, motivazioni ed attività proponibili

Il contesto

Una delle sfide del 21° secolo è quella di comprendere meglio i meccanismi di funzionamento di sistemi microbici complessi che vivono in simbiosi con l'uomo, con gli animali, con le piante e gli insetti, e che popolano i mari, i suoli, e i vari ecosistemi.

Numerosi sono gli esempi in altri paesi di strutture pubbliche e private dedicate agli studi sul microbioma. Il più recente esempio di grande attenzione sull'argomento arriva dagli USA, dove la White House ha avviato il 13 Maggio 2016 la "National Microbiome Initiative" (<http://www.theatlantic.com/science/archive/2016/05/white-house-launches-the-national-microbiome-initiative/482598/>) concentrando centinaia di milioni di dollari da enti pubblici e privati per lo studio transdisciplinare del microbioma in tutti i sistemi naturali dall'uomo all'ambiente.

Si sono inoltre accumulate nei tempi più recenti anche iniziative editoriali dedicate al tema, e sono state fondate riviste specifiche per la pubblicazione di risultati di studi sul microbioma. A titolo di esempio si possono citare il *Microbiome Journal* (pubblicato da BioMedCentral) e *mSystems* (pubblicato dall'American Society for Microbiology).

Nell'Ateneo Federiciano esiste una nutrita compagine di studiosi che ha competenze utili e

complementari per lo studio del microbioma in diversi contesti. Tuttavia, data la naturale diversità dei campi di applicazione, tali competenze sono confinate in Dipartimenti e gruppi di lavoro che non sempre attivano tutte le potenziali interazioni e collaborazioni. La Task Force di Ateneo per gli studi sul microbioma crea una rete di studiosi in grado di fare massa critica e quindi rispondere ad esigenze di ricerca di enti pubblici e privati in qualsiasi area tematica dove le comunità microbiche hanno un ruolo.

Tale iniziativa è al momento unica di questo genere nell'ambito degli Atenei italiani e può rappresentare un fattore in grado di favorire l'Ateneo Federiciano nella competizione per i fondi di ricerca sul tema del microbioma, anche grazie ad una ricca e trasversale disponibilità di competenze scientifiche nei vari Dipartimenti.

Le ricerche sul microbioma hanno un notevole potenziale di generare nuove conoscenze. Numerose iniziative per la creazione di prodotti per l'agricoltura, per la salute dell'uomo e degli animali, nonché per la tutela dell'ambiente, possono basarsi su know-how sviluppati mediante studi sul microbioma attivo in diversi ambienti.

Ulteriore potenziale sviluppo della TFdA è quello di costituire una base scientifica solida anche per specifiche attività di formazione nell'ambito di corsi di Dottorato di Ricerca e, qualora le attività della TFA avessero ampio riscontro, attraverso l'istituzione di un Master internazionale in *Microbiome studies*.

Background

Si stima che il numero di cellule microbiche nel mondo si aggiri intorno a 10^{30} milioni. I loro genomi codificano per milioni di enzimi diversi che influenzano i flussi metabolici nella biosfera (Turnbaugh & Gordon, 2008). Conoscere la composizione delle comunità microbiche, comprendere i meccanismi alla base delle attività da loro svolte e le inter-relazioni con l'ambiente che li circonda è un obiettivo estremamente importante al fine sfruttare al meglio l'enorme potenziale biotecnologico insito in questi sistemi.

I microrganismi abitano tutti gli ecosistemi naturali, dove interagiscono con gli organismi superiori.

I microrganismi presenti nel corpo umano svolgono per l'uomo una serie di funzioni indispensabili, come la digestione delle fibre alimentari (Flint et al., 2012) o la sintesi di alcune vitamine (Qin et

al., 2010). Studi recenti dimostrano l'esistenza di un asse microbioma-intestino-cervello, attraverso cui i microrganismi intestinali possono influenzare il comportamento. Ciò è stato recentemente provato anche in alcuni modelli animali (Borrelli et al. 2016). Il microbioma ha un'importante influenza sullo stato di salute dell'uomo, dove l'alterazione del suo equilibrio (disbiosi) è stata associata a diverse malattie, quali aterosclerosi, patologie infiammatorie croniche dell'intestino (IBD), diabete, obesità e cancro (Gilbert et al., 2016). La sua composizione e le sue attività metaboliche possono essere influenzate da vari fattori esterni, in particolare dalla dieta (De Filippis et al., 2016; David et al., 2014), con importanti ricadute sull'equilibrio tra salute e malattia (Sonnenburg & Bäckhed, 2016).

I microrganismi che si sviluppano nel suolo e nelle radici sono in grado di influenzare lo stato di salute della pianta (Berenson et al., 2012), il suo ciclo produttivo (Panke-Buisse et al., 2015), la tolleranza agli stress ambientali (Mei & Flinn, 2010; Lau & Lennon, 2012), nonché di aumentare la fertilità del suolo riducendo il consumo di fertilizzanti chimici ed agrofarmaci (van Heiden et al., 2016).

La conoscenza delle popolazioni microbiche e dei meccanismi che guidano il loro assemblaggio già permette di sfruttare questa risorsa in molti processi, industriali e non.

Numerosi alimenti sono prodotti attraverso processi di fermentazione microbica, come i prodotti lattiero-caseari, gli insaccati carnei fermentati, i prodotti fermentati da forno e le bevande alcoliche come vino e birra, mentre lo sviluppo di microbiomi alterativi è la principale causa di deterioramento degli alimenti (De Filippis et al., 2017).

Altre importanti applicazioni che sfruttano attività microbiche sono nel settore delle bio-energie rinnovabili. Infatti, attraverso l'azione di selezionati consorzi microbici in grado di degradare le biomasse vegetali provenienti da scarti agricoli o i liquami urbani e degli allevamenti animali, è possibile produrre bio-carburanti e bio-gas attraverso processi eco-compatibili; il che rappresenta un'alternativa ai carburanti fossili in progressivo esaurimento ed una riduzione dell'emissione di gas serra (Weiland et al., 2010; Ventrino et al., 2015; Cea et al., 2015).

Le attività microbiche possono essere sfruttate per i processi di bio-risanamento delle aree inquinate dalle attività dell'uomo. Infatti, alcuni microrganismi sono in grado di degradare xenobiotici, come gli idrocarburi policiclici aromatici, con potenziali applicazioni nel risanamento di suoli inquinati (Gavrilescu et al., 2015; Guo et al., 2016; Fuentes et al., 2016), o possono incamerare il fosfato inorganico presente negli scarichi industriali, riducendo il fenomeno di

eutrofizzazione delle acque (Martin et al., 2006).

Attività prevedibili

La TFA per gli studi sul microbioma coordinerà iniziative che prevedono ricerche su ecosistemi microbici complessi e sulle loro interazioni con l'ambiente e con gli ospiti.

Di seguito un elenco di esempi di attività proponibili nell'ambito delle aree tematiche caratterizzanti. La realizzazione delle attività dipenderà dalle scelte operative della Task Force e dalla disponibilità di fondi dedicati.

- Studio delle popolazioni microbiche ricorrenti in diversi ecosistemi (suoli, lettiere, materiale in decomposizione etc.) e del loro ruolo nella trasformazione dell'ambiente.
- Studio del Microbioma e della diffusione di antibiotico-resistenza negli ambienti urbani.
- Valutazione del microbioma in alimenti durante processi di manipolazione, produzione e conservazione.
- Valutazione del microbioma intestinale in coorti di popolazioni a rischio di malattie metaboliche e in coorti di pazienti con tali patologie in modo da valutare sia trasversalmente che in maniera prospettica il ruolo del microbioma nello sviluppo e nella progressione delle patologie.
- Studi di intervento controllati per verificare gli effetti di diversi protocolli nutrizionali sul microbioma e le possibili ricadute sul rischio e sull'espressione fenotipica di alcune delle principali malattie cronico-degenerative.
- Valutazione in studi clinici degli effetti di un intervento sul microbiota nella prevenzione e trattamento di diverse patologie in età evolutiva e nell'adulto.
- Valutazione del ruolo del microbioma intestinale nelle patologie allergiche.
- Valutazione dell'effetto di alimenti funzionali, pre-/pro-/post- e sim-biotici sulla composizione e funzioni del microbioma intestinale.
- Studio dell'asse microbiota-intestino-cervello nell'animale e nell'uomo.
- Analisi delle rappresentazioni sociali del ruolo del microbioma umano in gruppi di esperti e non esperti.

Riferimenti bibliografici

1. Berendsen RL et al. 2012. The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends in Plant Sci.* 17:478-86.
2. Borrelli L et al. 2016. Probiotic modulation of the microbiota-gut-brain axis and behaviour in zebrafish. *Sci Rep.* 6:30046.
3. Chaparro JM, et al. 2012. Manipulating the soil microbiome to increase soil health and plant fertility. *Biol. Fertil. Soils* 48:489–99.
4. Cea M, et al. 2015. Screening transesterifiable lipid accumulating bacteria from sewage sludge for biodiesel production. *Biotechnology Reports* 8:116-23.
5. David LA, *et al.* 2014. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature* 505:559-563.
6. De Filippis F, *et al.* 2016. High-level adherence to a Mediterranean diet beneficially impacts the gut microbiota and associated metabolome. *Gut* 65:1812–1821
7. De Filippis F, *et al.* 2017. Metagenomics insights into food fermentations. *Microbial Biotechnol.* 10(1):91-102.
8. Flint HJ, et al. 2012. Microbial degradation of complex carbohydrates in the gut. *Gut Microbes* 3:289–306.
9. Fuentes S, *et al.* 2016. From rare to dominant: a fine-tuned soil bacterial bloom during petroleum hydrocarbon bioremediation. *Appl. Environ. Microbiol.* 82(3):888-96.
10. Gavrilescu M, *et al.* 2015. Emerging pollutants in the environment: present and future challenges in biomonitoring, ecological risks and bioremediation. *New Biotechnology* 32:147–56.
11. Gilbert JA, et al. 2016. Microbiome-wide association studies link dynamic microbial consortia to disease. *Nature* 535:94–103.
12. Guo M, *et al.* 2016. Variations in the bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons in industrial and agricultural soils after bioremediation. *Chemosphere* 144:1513–20.
13. Hui YH, *et al.* 2004. *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology.* CRC Press.
14. Lau JA, Lennon JT. (2012). Rapid responses of soil microorganisms improve plant fitness in novel environments. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109:14058–62.
15. Martín HG, *et al.* 2006. Metagenomic analysis of two enhanced biological phosphorus removal (EBPR) sludge communities. *Nature Biotechnol.* 24:1263-69.
16. Mei C, Flinn BS. 2010. The use of beneficial microbial endophytes for plant biomass and stress tolerance improvement. *Recent Pat. Biotechnol.* 4:81–95.
17. Panke-Buisse K, *et al.* 2015. Selection on soil microbiomes reveals reproducible impacts on plant function. *ISME J.* 9:980–89.
18. Qin J, *et al.* 2010. A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature* 464:59–65.
19. Smith, PA. 2016. The tantalizing links between gut microbes and the brain. *Nature* 526:312-314.
20. Sonnenburg JL, Bäckhed F. 2016. Diet-microbiota interactions as moderators of human metabolism. *Nature* 535:56-64.
21. Sunagawa *et al.* 2015. Ocean plankton. Structure and function of the global ocean microbiome. *Science* 348:1261359.
22. Turnbaugh PJ, Gordon JI. 2008. An invitation to the marriage of metagenomics and metabolomics. *Cell* 134:708-13.

23. Turnbaugh PJ, *et al.* 2007. The Human Microbiome Project. *Nature* 449:804-10.
24. van der Heijden MGA *et al.* 2016. A widespread plant-fungal-bacterial symbiosis promotes plant biodiversity, plant nutrition and seedling recruitment. *ISME J.* 10: 389–99.
25. Ventorino V, *et al.* 2015. Exploring the microbiota dynamics related to vegetable biomasses degradation and study of lignocellulose-degrading bacteria for industrial biotechnological application. *Sci. Rep.* 5:8161.
26. Weiland P. 2010. Biogas production: current state and perspectives. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 85:849–60.
27. Zhao L. 2010. Genomics: The tale of our other genome. *Nature* 465:879–80.