

# MICROBIOTA INTESTINALE, DIETA E SALUTE DELL'APE

David Baracchi, Luca Tufano

**Una recentissima ricerca di Lucie Kešnerová e colleghi, Università di Losanna (UNIL) Department of Fundamental Microbiology (DMF), pubblicata il 12 dicembre 2017 da Plos Biology, ha sfruttato la semplicità della composizione del microbiota (insieme di batteri che formano la flora batterica intestinale di un animale) dell'ape per approfondirne le singole funzioni dei componenti in sede sperimentale e i risultati raccolti hanno fornito informazioni senza precedenti. Un dato essenziale per la salute delle api: senza il microbiota l'organismo non è autosufficiente e la sua assenza porta lo stesso ospite a gravi carenze metaboliche e conseguenti disfunzioni**

**D**a tempo è noto che tutti gli esseri viventi dotati di un sistema digerente ospitano al suo interno una flora batterica intestinale più o meno complessa, che sebbene sia influenzata nella sua composizione da numerosi fattori ambientali, tra cui la dieta, lo stress e l'esposizione agli antibiotici, è generalmente stabile, ben definita e specie specifica. **L'insieme dei batteri che formano la flora intestinale di un animale è definita microbiota** ed è formata da un numero più o meno determinato di specie batteriche predominanti.

**Il microbiota intestinale dell'uomo, ma la stessa cosa sembra valere per tutte le specie fino ad oggi studiate, dai topi agli insetti, è da considerarsi come un vero e proprio organo "dimenticato". Nel corso dell'evoluzione la relazione ospite-microbiota è divenuta così stretta da essere ormai obbligata nelle specie attuali.** Per esempio, nel caso dell'uomo, questi batteri e il loro pool genetico (microbioma) mostrano un significativo arricchimento dei geni che codificano alcune attività metaboliche umane e apportano un con-

tributo fondamentale all'omeostasi fisiologica dell'ospite. Un classico esempio è quello di alcune vitamine che pur essendo nutrienti essenziali per l'organismo umano non possono essere né prodotte dall'organismo né ottenute tramite la dieta. Al contrario, questi composti organici possono essere prodotti solamente dai batteri intestinali simbiotici, la cui attività metabolica rappresenta un'estensione a pieno titolo della fisiologia dell'organismo. Senza il microbiota l'organismo non è dunque autosufficiente e la sua assenza porta lo stesso ospite a gravi carenze metaboliche e conseguenti disfunzioni. A riprova di ciò, recenti studi basati sull'alterazione sperimentale del microbiota intestinale nei roditori indotta mediante trapianti di interi microbioti, somministrazione di probiotici, antibiotici o agenti patogeni, hanno dimostrato che una perturbazione del microbiota può influire profondamente sulla fisiologia, l'immunità ma anche sul comportamento e sulla cognizione dei questi animali.

**E che cosa c'entra tutto ciò con le api? Come i mammiferi, le api da miele (*Apis mellifera*) ospitano un**

**microbiota intestinale altamente specializzato.** A differenza dei mammiferi, però, il microbiota di *A. mellifera* è al tempo stesso sorprendentemente semplice e consistente, con sette specie che lo compongono e che rappresentano in media il 90% dell'intera comunità batterica intestinale nelle api campionate nei vari continenti. Questo microbiota è composto da quattro Proteobacteria (*Gilliamella apicola*, *Snodgrassella alvi*, *Frischella perrara* e *Bartonella apis*), che per lo più risiedono nell'ileo (intestino superiore), due Firmicutes (*Lactobacillus spp.*, *Firm-4* e *Firm-5*) e un Actinobacterium (*B. asteroides*), che si trovano prevalentemente nel retto. Queste posizioni specifiche suggeriscono che i batteri occupano diverse nicchie metaboliche nell'intestino delle api e che sono coinvolti in interazioni simbiotiche precise.

Le attività metaboliche del microbiota dell'ape sono fondamentali per le interazioni simbiotiche nell'intestino e influenzano lo stato di salute dell'ospite in svariati modi. **Studi recenti hanno dimostrato che il microbioma dell'ape ha un ruolo centrale nella regolazione del metabolismo,**

**nella funzione immunitaria, nella crescita e sviluppo e nella protezione contro i patogeni.** Nello specifico, i batteri intestinali facilitano la disgregazione di composti dietetici refrattari o tossici, producono metaboliti che promuovono la crescita e la fisiologia dell'ospite e modulano le funzioni immunitarie dell'intestino così come di altri tessuti. Inoltre l'attività metabolica è alla base della produzione di energia e biomassa, con conseguente crescita batterica e occupazione di nicchie ecologiche che conferiscono resistenza contro i microbi patogeni. Date queste premesse non sorprende che **la perturbazione o distruzione del microbiota intestinale abbia effetti deleteri sulla salute delle api.** In virtù del ruolo cardine giocato dal microbiota, è anche verosimile che l'aumento di mortalità delle api riscontrato negli ultimi anni, caratterizzato da picchi invernali anche quest'anno, possa essere in parte dovuto

a disturbi o squilibri della composizione del microbiota.

Ma che cosa influenza e perturba la composizione e le funzioni metaboliche del microbiota intestinale delle api? **Come già accennato la composizione del microbioma intestinale è influenzata direttamente e indirettamente da numerosi fattori, tra cui la dieta, lo stress, la risposta immunitaria, l'invecchiamento, l'esposizione agli antibiotici e ai patogeni.** Alcune, recenti, ricerche scientifiche suggeriscono che le disbiosi (perturbazioni del microbiota) possono avere effetti a cascata sulla capacità delle api di far fronte a fattori di stress ambientale come cattiva alimentazione, carenze alimentari, pesticidi, presenza di parassiti e patogeni. Per esempio è stato dimostrato che una scarsa nutrizione o una dieta di bassa qualità sono in grado di perturbare fortemente il normale micro-

bioma intestinale, con conseguente incremento della mortalità e della suscettibilità alle malattie. Le disbiosi possono avere enormi conseguenze sul normale sviluppo delle larve e delle giovani operaie. In particolare, alcune disbiosi modificano l'espressione di importanti geni dello sviluppo e precursori del sistema immunitario, inclusi quelli legati alla via metabolica della vitellogenina che, come spiegato in altri nostri precedenti articoli, influenza direttamente il sistema immunitario e ormonale dell'ape. Altre recenti ricerche hanno dimostrato come alcuni pesticidi utilizzati direttamente sulle colonie di api come acaricidi (coumaphos, taufluvinate e chlorothalonil) impattino direttamente sul microbiota delle api, causando un cambiamento significativo della struttura della comunità batterica dell'intestino delle api.

**Fondimiele elettrico ad aria calda**

**Fondimiele elettrico ad aria calda in acciaio inox per 2 latte di miele o 40 vasi da 1 kg. Utilizzabile anche come essiccatore per polline/frutta secca inserendo degli appositi contenitori (non compresi).**

**€ 780,00**  
IVA e trasporto compreso

**CARATTERISTICHE**

- Struttura in acciaio inox AISI 304 coibentato
- Porta totalmente apribile con guarnizioni a tenuta stagna - gancio di chiusura a leva in acciaio inox - maniglia in policarbonato - (vetro stratificato e satinato ai bordi)
- Ripiano in acciaio inox mobile (compreso)
- Diffusore di aria calda in acciaio inox
- Ricircolo forzato dell'aria
- Ventilatore con ventola in alluminio
- Resistenza in acciaio inox con doppia potenza 1000/2000 watt
- Doppio interruttore per accensione resistenza 1000/2000 watt
- Temperatura regolabile con termostato
- Misuratore di temperatura digitale con display a cristalli liquidi (LCD) autoalimentato con batteria inclusa (durata un anno)
- Temperatura massima raggiungibile 75°
- Capacità di carico 2 secchi da kg 25 oppure 40 vasi di miele da kg 1 o 4 contenitori inox per polline
- Alimentazione 230 volt 50 Hz - p. max 2000 watt

**Quarti** beekeeping *Vendita al pubblico: Stabilimento vendita ingrosso:*

Via San G. Bosco, 26/c - 24010 Petosino Sorisole (Bg) - Italy  
Tel. +39-035/572214 - e-mail: t.quarti@tin.it

Via San Pietro, 20 - Zona Commerciale - 24030 Barzana (Bg) - Italy  
Tel. +39-035/549708 - Fax +39-035/549292 - e-mail: enricoq@tin.it - www.quartiitaly.com

pubblicità

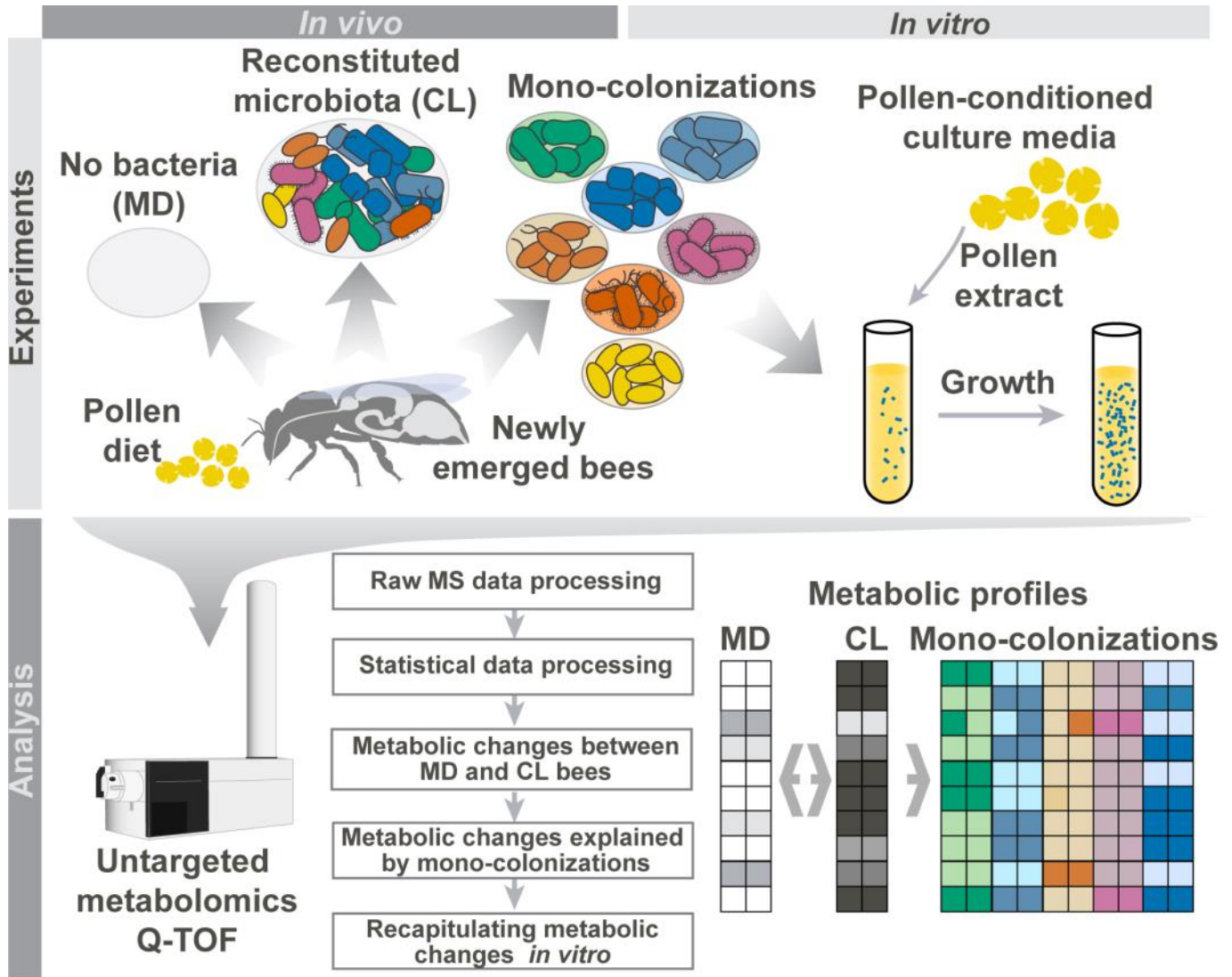


Fig 1: "Panoramica delle modalità sperimentali finalizzate a caratterizzare il microbiota dell'ape nello studio di Lucie Kešnerová e colleghi (2017). (Fonte Plos Biology)"

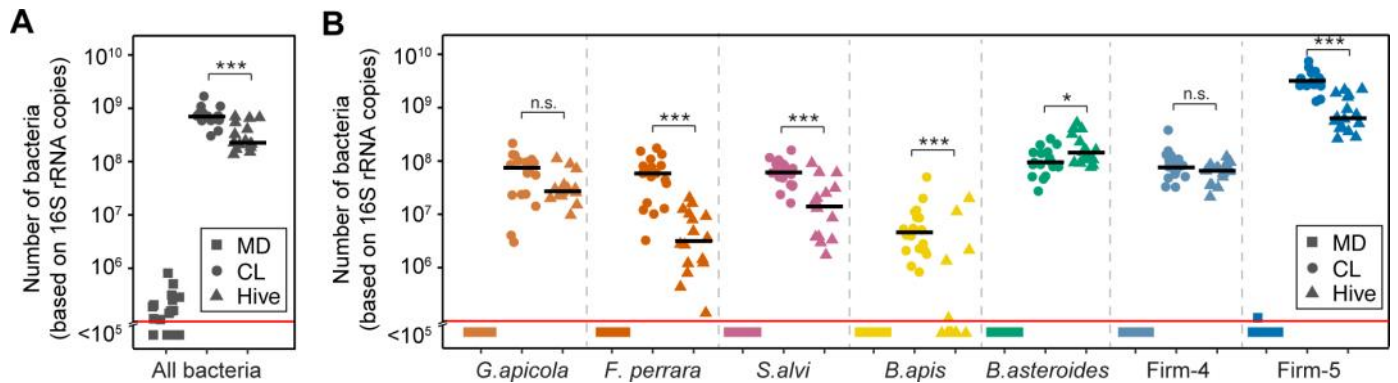


Fig. 2: Livelli di colonizzazione batterica nelle api esaminate (Fonte Plos Biology)

Gravi disbiosi intestinali sono provocate anche da esposizioni acute o prolungate nel tempo ad antibiotici comunemente utilizzati in apicoltura intensiva, specialmente negli Stati Uniti. Un esempio documentato è quello delle Tetraciline, che sono antibiotici a largo spettro di azione che vengono utilizzati in modo abituale in apicoltura intensiva per prevenire focolai di Peste Americana (*Paenibacillus larvae*) o Peste europea (*Melissococcus plutonis*).

I substrati alimentari che sostengono i batteri intestinali provengono principalmente dalla dieta dell'ospite, e quindi **possiamo considerare la dieta come uno, se non il principale, modulatore della composizione e dell'attività del microbiota intestinale tanto nell'ape che in altri organismi**. Analisi del genoma e esperimenti in vitro hanno dimostrato che la fermentazione di zuccheri e

carboidrati complessi (ad esempio Pectina) in acidi organici assimilabili dall'intestino è un'attività rilevante del microbiota intestinale. Manca, tuttavia, una conoscenza dettagliata della funzione dei substrati del microbiota derivati dalla dieta così come del ruolo svolto in vivo dai singoli componenti della comunità batterica rispetto alle attività metaboliche. Non è noto, ad esempio, se, analogamente ai mammiferi, composti dietetici difficilmente digeribili (specialmente presenti nel polline) siano scomposti dal microbiota dell'intestino crasso (ovvero ileo e retto), mentre i composti più digeribili siano assorbiti dal meso-intestino (cioè dall'intestino tenue). Al fine di colmare questa lacuna è intervenuta la recentissima ricerca di Lucie Kešnerová e colleghi<sup>1</sup>. I ricercatori hanno sfruttato la semplicità della composizione del microbiota dell'ape per approfondirne le singole

funzioni dei componenti in sede sperimentale. Si è partiti dalla ricostituzione del microbiota dell'ape a partire da ceppi coltivati, si è caratterizzato l'*output* metabolico del microbiota completo, identificati i contributi dei singoli membri della comunità batterica in vivo e ricapitolato la loro attività in vitro. I risultati raccolti hanno fornito informazioni senza precedenti sulle funzioni metaboliche dei batteri intestinali delle api.

Come per i mammiferi, si può concludere **che la maggior parte dei substrati utilizzati dal microbiota intestinale dell'ape siano composti indigesti che provengono dalla dieta dell'ospite** e che si accumulino laddove la densità batterica è più elevata. Tali composti comprendono i metaboliti vegetali dalla parete esterna dei pollini, come gli  $\omega$ -idrossiacidi, i fenolamidi e i glicosidi flavonoidi. Da ricerche passate era noto il ruolo di



# CANDIPOLLINE® GOLD

**NUOVO ALIMENTO  
PROTEICO PER API  
CON POLLINE STERILIZZATO  
AI RAGGI GAMMA**




ENOLAPI Srl

Via Torricelli 69/A - Verona - Italy

Tel. +39 045 955021

[www.enolapi.it](http://www.enolapi.it)



Lucie Kešnerová attualmente lavora presso il Dipartimento di Microbiologia Fondamentale (DMF), Università di Losanna.

Si occupa di ricerca nell'ambito della Microbiologia e dell'Ecologia molecolare.

Il suo attuale progetto si interessa agli effetti del microbiota intestinale sul metabolismo dell'ape mellifera

un determinato batterio nell'utilizzo di una grande polissaccaride del polline (Pectina), ma **i nuovi dati raccolti da Kešnerová e colleghi forniscono le prime prove del ruolo svolto dal microbiota intestinale nella demolizione dei componenti esterni della parete pollinica.** Nello studio, la fermentazione batterica di questi composti derivati dal polline ha provocato l'accumulo di acidi organici (ad esempio succinato) e di prodotti attribuiti alla degradazione dei polifenoli, che possono avere un impatto sulle condizioni fisico-chimiche nell'intestino colonizzato. Inoltre, si è trovato che uno specifico simbionte dell'intestino, *Bifidobacterium asteroides*, stimolava la produzione di ormoni noti per avere un impatto sullo sviluppo delle api. Sulla base degli esperimenti condotti, i ricercatori concludono che la maggior parte della produzione metabolica del microbiota dell'ape può essere spiegata dalle attività metaboliche dei singoli membri della comunità. Ciò suggerisce che esistono diverse nicchie metaboliche nell'intestino dell'ape, che potrebbero essere in parte spiegate dalla distinta distribuzione dei batteri lungo l'intestino. È noto infatti che le principali specie batteriche che compongono il microbiota intestinale dell'ape sono organizzate spazialmente all'interno di parti distinte dell'intestino.

Lo scambio metabolico tra batteri non sembra essere essenziale per la colonizzazione dell'intestino, poiché ogni membro del microbiota risulta in grado di colonizzare da solo. Questo significa che i singoli componenti del microbiota non possono contare sulla presenza di specifici partner di interazione nell'intestino che è per sua natura dinamico, ma che piuttosto siano in grado di adattarsi singolarmente grazie ai nutrienti derivati dalla dieta. **Ciò riconduce nuovamente al centro dell'attenzione l'importanza della nutrizione rispetto non solo alla composizione, ma anche alla funzionalità delle**

**single parti del microbiota, dal quale dipendono le attività metaboliche.** Le attività metaboliche individuate in questo studio sono probabilmente alla base delle funzioni simbiotiche del microbiota dell'ape e quindi possono essere direttamente collegate all'impatto del microbiota sulla salute e la fisiologia delle api.

**Lo studio del microbiota dell'ape è ancora nella sua primissima infanzia,** ma con i recenti progressi dello screening metabolico non mirato è diventato possibile quantificare tutti i cambiamenti metabolici del microbiota o dei tessuti che lo ospitano in modo veloce e relativamente economico. Questa tecnica, sempre più accessibile, consentirà di scoprire le funzioni metaboliche dei singoli membri del microbiota in modo accurato e ripetibile in moltissime specie di animali, uomo incluso.

Tali studi sono resi difficoltosi dalla composizione altamente variabile e ricca di specie della maggior parte del microbiota negli animali, specialmente dei mammiferi. **Di conseguenza, le comunità batteriche intestinali di ridotta complessità come quelle degli insetti, e più nello specifico degli impollinatori come *Apis mellifera*, sono modelli preziosi per studiare e comprendere a fondo le funzioni metaboliche dei microbiomi intestinali.**

◆ David Baracchi\*, Luca Tufano\*\*

\*Postdoctoral position,  
Université Paul Sabatier, Toulouse III,  
Centre de Recherche sur la Cognition Animale, France; Université Paris 13,  
Paris Cité, Laboratoire d'Ethologie  
Expérimentale et Comparée, France

\*\* tufano@apinsieme.it

#### Note

«Disentangling metabolic functions of bacteria in the honey bee gut» di Lucie Kešnerová, Ruben A. T. Mars, Kirsten M. Ellegaard, Michaël Troilo, Uwe Sauer, Philipp Engel, pubblicata il 12 dicembre 2017 da Plos Biology.