ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE AGROALIMENTARE

MICODE – Determinazione in vitro delle caratteristiche prebiotiche e probiotiche di alimenti e mangimi

MICODE nasce da studi scientifici e collaborazioni aziendali ed è un sistema *in vitro* di acquisizione ed elaborazione di dati in grado di attestare il ruolo del microbiota intestinale sui potenziali effetti benefici o dannosi del consumo di alimenti, ingredienti, nutraceutici, pre/probiotici ecc.

In pratica, attraverso un sistema *in vitro* che simula l'intestino crasso, esso riproduce, quantifica ed interpreta i cambiamenti benefici o dannosi di popolazioni microbiche e dei loro metaboliti a seguito dell'impatto sul microbiota intestinale del consumo di nuovi alimenti. È quindi utile per prevedere l'effetto di un cambiamento dietetico (sostituzione di ingredienti o fortificazione) e per l'interazione di alimenti con terapie farmacologiche oltre che per la messa a punto di diete personalizzate.

Già testato per studiare gli effetti sul microbiota intestinale di fibre alimentari, scarti vegetali, proteine alternative e di terapie antibiotiche in zootecnia.

Laboratory	CIRI AGROALIMENTARE
Specialization Area	Agroalimentare, Salute e Benessere
Contacts	Andrea Gianotti, Lorenzo Nissen
Keyword	Microbiota intestinale, Modello in vitro, Prebiotici, Fermentazione intestinale

"MICODE simula l'effetto del cibo sul microbiota intestinale"

Fig. 1: Grazie al modello MICODE è possibile studiare l'impatto dei cibi funzionali e dei componenti degli alimenti sul microbiota intestinale

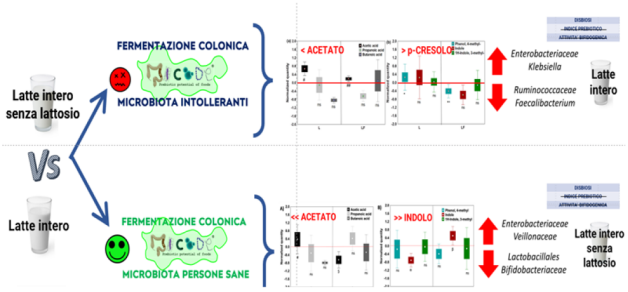

Fig. 2: MICODE (Multi-Unit Colon Model): simulazione dell'effetto del lattosio nella fermentazione intestinale in soggetti sani e intolleranti.

Description

Fra gli alimenti funzionali, i prebiotici vengono degradati dal microbiota residente nel colon e contribuiscono alla modulazione dell'intera microflora.

L'interazione di un prebiotico con il microbiota intestinale coinvolge i modelli intestinali *in vitro* e costituiscono un valido strumento di studio anche per la necessità di ridurre le sperimentazioni su animali (3R).

MICODE è costituito da una serie di biofermentatori gestiti da un software in grado di simulare il colon e studiare l'effetto sul microbiota di un alimento e rappresenta uno strumento sia nella ricerca che nel processo decisionale riguardante la valutazione di prodotti innovativi. Infatti, questo produce un elevato numero di dati microbici e metabolici e li trasforma in un output chiaro, scientificamente robusto perchè basato su indicatori microbici e metabolici come:

a) eubiosi/disbiosi (se il microbiota è in equilibrio e quindi sano)

b) attività bifidogenica (aumento bifidobatteri che riducono i batteri dannosi)

c) attività prebiotica (aumento batteri probiotici)

d) composti benefici (SCFA) (ad esempio, il butirrato, che aiuta il sistema immunitario).

MICODE è quindi utilizzabile come servizio rivolto a tutte le aziende interessate a valutare l'impatto dei loro prodotti sul microbiota intestinale e quindi sui possibili effetti diretti verso il consumatore, incluso lo studio personalizzato su consumatori specifici.

Innovative aspects

Gli aspetti innovativi consistono:

1) nel superare i limiti della ricerca *in vivo* sull'intestino umano e animale, limitata a condizioni patologiche o a studi farmacologici 2) nella riduzione dell'utilizzo di modelli animali osteggiati per motivi etici sia da un numero crescente di consumatori che, più recentemente, anche dal legislatore europeo, e, caratterizzati da una differente fisiologia del tratto intestinale che rende difficile adattare i risultati ottenuti all'uomo.

In particolare, il modello *in vitro* MICODE consente di effettuare uno screening rapido dell'impatto di diversi alimenti e/o ingredienti sul microbiota intestinale, poiché la durata di un esperimento si attesta intorno alle 24 ore.

Durante questo periodo, MICODE è in grado di mantenere in totale autonomia i parametri settati all'inizio dell'esperimento garantendo le condizioni di pH, temperatura e di anossia, tipiche dell'ecosistema intestinali.

La registrazione in continuo delle variazioni nei valori di pH, temperatura e ossigeno, garantisce la robustezza dei dati relativi agli shift microbici e metabolici della comunità microbica coltivata *in vitro*.

Potential applications

MICODE trova applicazione in diversi settori della nutrizione, della scienza degli alimenti e al settore Agro-Alimentare per lo sviluppo di alimenti innovativi o per valutare l'effetto sul microbiota intestinale di alimenti già esistenti.

In particolare, il modello MICODE può essere utilizzato come tool decisionale per valutare l'impatto sul microbiota di:

- formulazione di alimenti funzionali,
- novel foods,
- alimenti per diete specifiche
- mangimi
- integratori alimentari
- additivi alimentari
- probiotici
- proteine alternative
- additivi ecc..

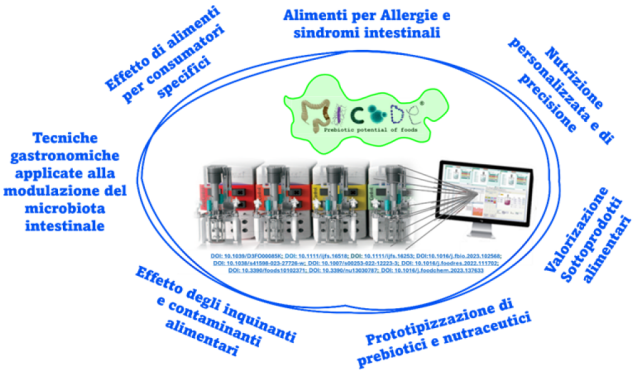

Fig. 3: Possibili applicazioni di MICODE per studiare in vitro l'ecologia del microbiota intestinale umano

Application example

Studio *in vitro* del potenziale prebiotico di pane fortificato con fibra ricca in polifenoli

Dei campioni di latte vaccino intero senza lattosio sono stati sottoposti a fermentazione intestinale utilizzando il modello *in vitro* MICODE al fine di valutarne l'effetto su soggetti sani e intolleranti al lattosio.

Il campionamento è stato eseguito prima, durante e dopo 24 ore di fermentazione, per condurre l'analisi metabolomica mediante SPME-GC/MS, il sequenziamento genomico 16S-rDNA del microbiota del colon e la quantificazione assoluta delle principali specie batteriche mediante qPCR.

I risultati hanno indicato che il consumo di latte senza lattosio può impoverire le funzioni del microbiota intestinale di soggetti non specifici.

Questo studio non solo ha evidenziato l'esigenza di migliorare la formulazione di certi prodotti specifici per allargarne il mercato, ma ha anche evidenziato il potenziale del modello intestinale *in vitro* MICODE nella valutazione critica della funzionalità dei prototipi alimentari come modulatrici del microbiota intestinale.

Involved partners	Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari (DISTAL), Università di Bologna ed imprese interessate.
Implementation Time	2 mesi/2 persone per 2 campioni e un controllo
Technology Readiness Level	TRL 6 - tecnologia dimostrata in ambiente rilevante
Exploitation	Imprese servite: TGD, SRL; Dr. Schaer, SPA; Steroglass, SRL; Collaborazioni con: Università di Modena e Reggio Emilia; Ospedale del Bambin Gesù Roma; Università di Teramo; Universitè Laval, Canada. Ricerchiamo partner aziendali per ulteriori applicazioni.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE AGROALIMENTARE

CIRI AGROALIMENTARE

Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare

Il Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare dell'Università di Bologna svolge e coordina attività di ricerca e formazione professionale, rivolte a potenziare i rapporti con l'industria ed operare il trasferimento tecnologico per rispondere alle esigenze del mondo produttivo.

La mission del Centro è offrire alle imprese soluzioni di prodotto e di processo che assicurino solidità e sostenibilità economica, ambientale e sociale, sviluppate secondo un approccio integrato e livelli di competenza scientifica e tecnologica elevata. Le linee di innovazione si sviluppano a partire dalle cinque articolazioni di ricerca in cui è strutturato il Centro, definite anche unità operative. Le unità interessano trasversalmente tutte le filiere produttive (carni e prodotti trasformati - prodotti lattiero caseari - grassi alimentari - prodotti ittici - ovoprodotti - mangimi - fertilizzanti - fitoprodotti - bevande e vino – cereali e prodotti da forno - ortofrutta e prodotti trasformati - integratori alimentari) di cui il Centro si occupa. Il CIRI-AGRO dispone di strumentazione di qualità e affidabilità dei risultati conforme ai più alti standard raggiunti dalla ricerca nel settore e sviluppa metodiche e protocolli analitici in grado di rispondere alle specifiche esigenze delle imprese.

Website	http://www.agroalimentare.unibo.it
Director	Pietro Rocculi
Published on	27/12/2023