LYL Love Your Life – Guide

PREBIOTICI

Nutrire il microbiota per modulare il terreno biologico

Biochimica, fermentazione, microbiota, SCFA e impiego ragionato di inulina, oligosaccaridi, HMO, PHGG, gomma d'acacia, psyllium e altre fibre funzionali



Giovanni Chetta

PREBIOTICI

Nutrire il microbiota per modulare il terreno biologico

Biochimica, fermentazione, microbiota, SCFA e impiego ragionato di inulina, oligosaccaridi, HMO, PHGG, gomma d'acacia, psyllium e altre fibre funzionali

Giovanni Chetta

Versione 1.0 – 2026

Sommario

Guida alla lettura **4**

Parte I – Fondamenti biologici **5**

1. Che cosa rende un substrato realmente prebiotico 5
2. Struttura chimica, solubilità, viscosità e fermentabilità 5
3. Fermentazione colica, acidi grassi a catena corta e cross-feeding 7

Parte II – Le principali famiglie di prebiotici e fibre funzionali **7**

4. Inulina, oligofruttosio e frutto-oligosaccaridi 7
5. Galatto-oligosaccaridi 8
6. Xilo-oligosaccaridi e arabinoxilano-oligosaccaridi 8
7. HMO – Oligosaccaridi del latte umano 9
8. PHGG – Gomma di guar parzialmente idrolizzata 10
9. Gomma d'acacia 10
10. Psyllium: fibra gelificante con effetti anche sul microbiota 11
11. Amido resistente 11
12. Beta-glucani, pectine e altre matrici vegetali 12
13. Lattulosio, polidestrosio e destrine resistenti 12

Parte III – Dalla biochimica alla pratica **12**

14. Alimenti naturalmente ricchi di substrati per il microbiota 12
15. Tollerabilità: gas, gonfiore, adattamento e progressione della dose 13
16. Stipsi: scegliere fra gel, acqua e fermentazione 14
17. Diarrea, alvo alterno e normalizzazione della consistenza 14

18. IBS, FODMAP e ipersensibilità viscerale 15
19. SIBO e substrati fermentabili: che cosa sappiamo e che cosa no 15
Parte IV – Effetti sistemici e medicina del terreno 16
20. Barriera intestinale, muco e immunità mucosale 16
21. Metabolismo, glicemia, lipidi e composizione corporea 16
22. Asse intestino-cervello e segnali neuroendocrini 17
23. Età della vita: neonato, adulto e anziano 17
24. Sinbiotici: quando associare prebiotico e probiotico 18
25. Medicina del terreno e approccio integrato 18
Parte V – Confronto operativo 19
26. Tabella comparativa dei principali substrati 19
27. Intervalli di dose studiati e modalità di introduzione 19
28. Scelta in base all'obiettivo funzionale 21
29. Errori frequenti e falsi miti 21
30. Messaggi chiave 21
Glossario 23
Bibliografia 24
L'Autore 26
Copyright e note legali 27

Guida alla lettura

Questo volume considera i prebiotici come strumenti di modulazione del microbiota, non come una categoria indistinta di “fibre buone”. La definizione scientifica resta il riferimento: un prebiotico è un substrato utilizzato selettivamente dai microrganismi dell’ospite che conferisce un beneficio per la salute. La sola fermentabilità non basta; servono selettività biologica e un beneficio dimostrato nell’ospite.

Nel corso del volume vengono tenuti separati tre aspetti che spesso si confondono: le proprietà fisiche della fibra, il suo utilizzo da parte del microbiota e le conseguenze clinico-funzionali. Lo psyllium, a esempio, regolarizza l’alvo soprattutto grazie alla ritenzione idrica e alla formazione di gel, pur influenzando anche il microbiota. Inulina e diversi oligosaccaridi fermentano invece in misura più marcata e mostrano una consolidata attività bifidogenica. Gli oligosaccaridi del latte umano rappresentano un caso ancora diverso, nel quale la selettività per specifici microrganismi fa parte della funzione evolutiva.

Le quantità indicate corrispondono a intervalli ricorrenti negli studi o a esempi di impiego nutrizionale; non sono prescrizioni. La risposta varia in funzione della dieta, del microbiota di partenza, della motilità, della sensibilità viscerale, delle patologie, dei farmaci e dell’assunzione contemporanea di altri substrati fermentabili. In presenza di disturbi gastrointestinali persistenti o importanti, la scelta del prebiotico richiede un inquadramento clinico.

Ogni sigla viene sciolta alla prima occorrenza nel capitolo. Il Glossario finale raccoglie i termini principali e va utilizzato come supporto alla lettura. Le tabelle sono pensate come strumenti di confronto, non come classifiche assolute: lo stesso prebiotico può essere vantaggioso in un contesto e poco tollerato in un altro.

> **In sintesi. Più che chiedersi quale sia “il prebiotico migliore”, conviene domandarsi quale substrato, con quale struttura, dose e velocità di fermentazione, sia più coerente con il terreno biologico e con l’obiettivo.**

Parte I – Fondamenti biologici

1. Che cosa rende un substrato realmente prebiotico

Nel 2017 la International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) ha definito il prebiotico come "un substrato utilizzato selettivamente dai microrganismi dell'ospite che conferisce un beneficio per la salute". La definizione è più rigorosa della semplice equivalenza tra prebiotico e fibra: esistono fibre scarsamente fermentabili, fibre fermentabili senza adeguata dimostrazione di beneficio e sostanze non classificabili come fibre che possono esercitare un effetto microbiota-mediato.

Il termine "selettivamente" non implica che una sostanza debba nutrire una sola specie. Indica piuttosto un utilizzo microbico capace di produrre una modificazione biologica non casuale e collegabile a un beneficio. L'attenzione, inoltre, non è più limitata a Bifidobacterium e Lactobacillus: possono avere rilievo anche Faecalibacterium, Roseburia, Eubacterium, Akkermansia e le reti di cross-feeding, nelle quali un microrganismo degrada il substrato e un altro utilizza i metaboliti intermedi.

La definizione ISAPP non limita il concetto all'intestino. In linea teorica un prebiotico può riguardare qualunque sito colonizzato da comunità microbiche, purché venga dimostrato il legame fra utilizzazione selettiva e beneficio per l'ospite. Questo volume mantiene però il focus sull'apparato gastrointestinale e sulle conseguenze sistemiche della fermentazione colica.

Un prebiotico non deve necessariamente essere una fibra o un carboidrato. Composti di altra natura possono rientrare fra i candidati soltanto quando risultino dimostrati sia l'utilizzo selettivo da parte dei microrganismi dell'ospite sia un beneficio per l'ospite. Non è corretto, perciò, attribuire automaticamente la qualifica di prebiotico a intere categorie, come i polifenoli, senza dati specifici sul composto e sul contesto studiato.

Categoria	Caratteristica centrale	Esempio	Errore frequente
Fibra alimentare	Componente non digerita nell'intestino tenue con effetti fisici e/o metabolici	Psyllium, crusca, pectine	Definire automaticamente "prebiotica" ogni fibra
Prebiotico	Substrato utilizzato selettivamente dal microbiota con beneficio per l'ospite	Inulina, FOS, GOS; altri con evidenze specifiche	Valutare solo l'aumento di un batterio senza esito per l'ospite
Probiotico	Microrganismo vivo che, in quantità adeguata, conferisce un beneficio	Ceppi specifici di Lactobacillaceae o Bifidobacterium	Attribuire l'effetto alla specie senza considerare il ceppo
Sinbiotico	Combinazione di microrganismo e substrato con razionale funzionale	Probiotico + prebiotico compatibile	Considerare sinbiotica qualunque miscela fibra + probiotico
Postbiotico	Preparazione di microrganismi inattivati e/o componenti con beneficio	Preparazioni inattivate standardizzate	Confonderlo con un singolo metabolita microbico

In sintesi. Un prebiotico definisce una relazione funzionale fra substrato, microbiota e ospite. Essere fermentabile, da solo, non basta.

2. Struttura chimica, solubilità, viscosità e fermentabilità

L'architettura molecolare condiziona in modo sostanziale la risposta a una fibra o a un oligosaccaride. Lunghezza della catena, tipo di legame glicosidico, ramificazioni, grado di polimerizzazione, solubilità e peso molecolare determinano quali enzimi microbici possano accedere al substrato e con quale

velocità. Due prodotti commerciali indicati con lo stesso nome possono quindi avere un comportamento diverso.

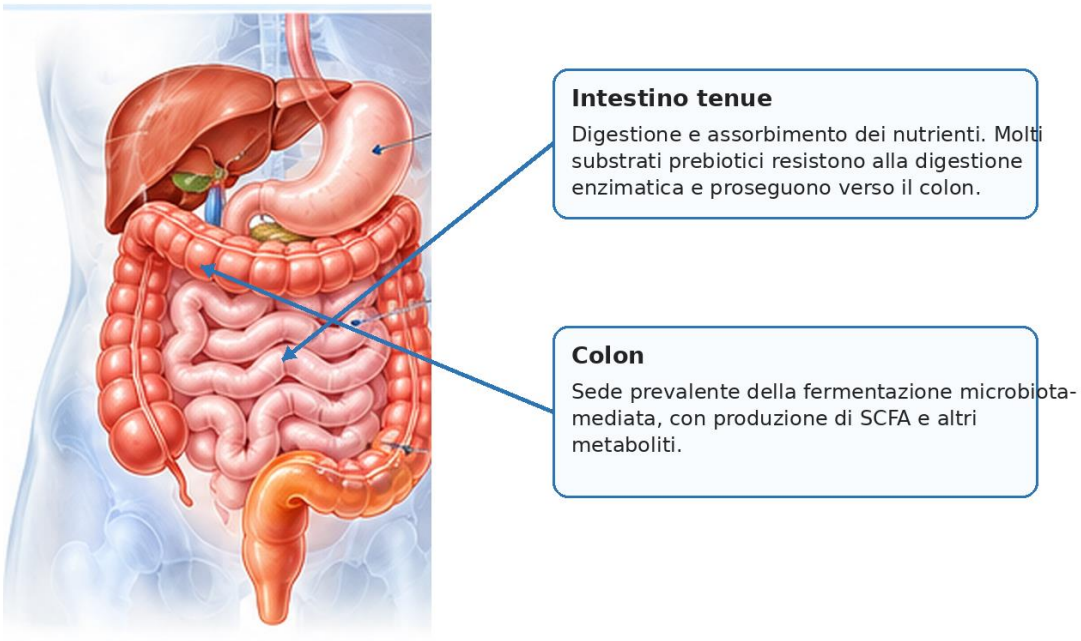
Solubilità e viscosità non coincidono. Una fibra può essere solubile ma poco viscosa, come accade per la gomma di guar parzialmente idrolizzata (PHGG, Partially Hydrolyzed Guar Gum). Al contrario lo psyllium sviluppa un gel marcato che modifica il contenuto idrico e la reologia delle feci. La viscosità influenza svuotamento gastrico, diffusione dei nutrienti e consistenza fecale; la fermentabilità riguarda invece l'utilizzo da parte del microbiota.

Conta anche il punto del colon in cui avviene la fermentazione. I substrati utilizzati rapidamente vengono consumati soprattutto nelle regioni prossimali; molecole più complesse o fermentate lentamente possono arrivare più distalmente. Il colon, infatti, non è un ambiente uniforme: disponibilità di substrati, pH, tempi di transito e densità microbica cambiano lungo il suo decorso.

Proprietà	Che cosa descrive	Conseguenza pratica
Solubilità	Capacità di disperdersi in acqua	Influenza miscelazione, idratazione e accessibilità microbica
Viscosità	Resistenza al flusso e formazione di gel	Può rallentare diffusione dei nutrienti e modificare consistenza fecale
Fermentabilità	Quota e velocità di utilizzo microbico	Condiziona produzione di metaboliti e gas
Grado di polimerizzazione	Lunghezza media delle catene	Può spostare velocità e sede della fermentazione
Ramificazione	Architettura della molecola	Seleziona enzimi e taxa capaci di degradarla
Capacità di ritenzione idrica	Acqua trattenuta nella massa fecale	Rilevante per volume e morbidezza delle feci

In sintesi. Tollerabilità ed effetto dipendono da più proprietà insieme: capacità di formare gel, gestione dell'acqua, struttura e velocità di fermentazione. La sola etichetta "solubile" dice poco.

Sedi anatomiche rilevanti per l'azione dei prebiotici



Schema anatomico orientativo: la sede d'azione dipende dalla struttura del substrato e dal microbiota dell'ospite.

3. Fermentazione colica, acidi grassi a catena corta e cross-feeding

Quando un carboidrato non viene assorbito nell'intestino tenue raggiunge il colon, dove può diventare substrato per comunità microbiche dotate di enzimi che l'uomo non possiede. La fermentazione produce acidi grassi a catena corta (SCFA, Short-Chain Fatty Acids), soprattutto acetato, propionato e butirrato, insieme a lattato, succinato, gas e numerosi metaboliti minori.

Il butirrato rappresenta un combustibile importante per i colonociti e partecipa alla regolazione della barriera e del metabolismo cellulare. L'acetato è quantitativamente più abbondante e può essere utilizzato sia dai tessuti periferici sia da altri microrganismi, mentre una parte del propionato viene captata dal fegato. Nessuno di questi metaboliti è "buono" in senso assoluto: il significato biologico dipende da concentrazione, sede, flusso metabolico e condizioni dell'ospite.

Il cross-feeding spiega perché un prebiotico possa favorire metaboliti prodotti anche da batteri che non degradano direttamente il substrato. Un bifidobatterio, a esempio, può generare acetato e lattato; altri taxa possono poi utilizzare questi intermedi per formare butirrato. È più corretto leggere l'ecosistema come una rete di scambi che come una semplice somma di specie.

Metabolita	Origine prevalente	Ruoli fisiologici principali
Acetato	Molte vie fermentative	Substrato sistemico e per cross-feeding; partecipa alla regolazione energetica
Propionato	Vie basate su succinato, acrilato o propandiolo	Captazione epatica; segnali metabolici e intestinali
Butirrato	Cross-feeding e degradazione di specifiche fibre/amidi	Energia per colonociti, barriera, regolazione epigenetica e immunitaria
Lattato	Prodotto da bifidobatteri e batteri lattici	Intermedio che può essere convertito in altri SCFA
Succinato	Intermedio di diverse fermentazioni	Può alimentare vie verso propionato; accumulo dipende dall'ecosistema

In sintesi. L'effetto non dipende da un singolo batterio né da un singolo SCFA. Conta il modo in cui il substrato modifica gli scambi metabolici dell'intero ecosistema.

Schema funzionale: dal substrato al possibile beneficio per l'ospite.

Substrato non digerito	→	Utilizzo microbico	→	SCFA e altri metaboliti	→	Barriera, segnali metabolici e immunitari

Parte II – Le principali famiglie di prebiotici e fibre funzionali

4. Inulina, oligofruttosio e frutto-oligosaccaridi

Gli inulin-type fructans comprendono inulina, oligofruttosio e frutto-oligosaccaridi (FOS, Fructo-Oligosaccharides). Sono catene di unità di fruttosio, spesso terminate da glucosio, unite prevalentemente da legami β(2→1) non idrolizzati dagli enzimi digestivi umani. La lunghezza della catena modifica velocità di utilizzo e tollerabilità.

Nell'uomo la documentazione è ampia e il dato più costante riguarda l'aumento dei bifidobatteri. Una meta-analisi sui fruttani derivati dalla cicoria ha rilevato effetti bifidogenici in fasce d'età diverse, con quantità comprese negli studi fra circa 3 e 20 g/die. Questo dato non equivale automaticamente a un miglioramento di ogni sintomo: se la dose cresce troppo rapidamente, l'aumento della fermentazione può favorire gas e distensione.

L'inulina è presente naturalmente in cicoria, topinambur, aglio, cipolla, porro, asparagi e altri vegetali. Nei soggetti con sindrome dell'intestino irritabile (IBS, Irritable Bowel Syndrome) sensibili ai FODMAP

(Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides And Polyols; carboidrati fermentabili scarsamente assorbiti), i fruttani possono accentuare dolore, gonfiore o alterazioni dell'alvo. Le due osservazioni non si contraddicono: una molecola può avere proprietà prebiotiche e, nello stesso tempo, risultare poco tollerata da una specifica persona, in modo temporaneo o stabile.

Forma	Caratteristica	Fermentazione	Nota pratica
FOS a catena corta	Basso grado di polimerizzazione	Rapida	Più facile incremento di gas nei soggetti sensibili
Oligofruttosio	Miscela di fruttani più corti	Rapida-moderata	Spiccata attività bifidogenica
Inulina nativa	Distribuzione più ampia di lunghezze	Moderata	Effetto dipendente dalla matrice e dal prodotto
Inulina a lunga catena	Maggiore grado di polimerizzazione	Più lenta	Può spostare parte della fermentazione distalmente

In sintesi. Inulina e FOS hanno solide evidenze come prebiotici. Nei soggetti con meteorismo o ipersensibilità viscerale, però, la rapidità di fermentazione rende particolarmente importante una progressione prudente della dose.

5. Galatto-oligosaccaridi

I galatto-oligosaccaridi (GOS, Galacto-Oligosaccharides) sono miscele di brevi catene contenenti galattosio, spesso ottenute per transgalattosilazione del lattosio. I legami risultanti resistono in buona parte alla digestione umana e vengono utilizzati selettivamente da diversi bifidobatteri.

Negli studi condotti su adulti e anziani l'aumento dei bifidobatteri compare con una certa coerenza; meno uniformi sono invece gli effetti su immunità, metaboliti e sintomi. In uno studio crossover su anziani prefrail e adulti più giovani, 15 g/die di GOS hanno aumentato i bifidobatteri senza modificare in modo significativo i marcatori immunitari e ossidativi misurati. È un esempio utile: una variazione del microbiota non garantisce, nello stesso arco di tempo, un effetto sistemico misurabile.

I GOS sono impiegati anche nelle formule per lattanti, spesso in combinazione con frutto-oligosaccaridi (FOS, Fructo-Oligosaccharides), per avvicinare alcuni aspetti funzionali dell'alimentazione al seno. Non sono tuttavia equivalenti agli oligosaccaridi del latte umano, che possiedono una complessità strutturale e una selettività biologica molto maggiori.

In sintesi. I GOS hanno soprattutto un effetto bifidogenico ben documentato. La traduzione clinica di questo cambiamento varia con popolazione, dose e outcome considerato.

6. Xilo-oligosaccaridi e arabinoxilano-oligosaccaridi

Gli xilo-oligosaccaridi (XOS, Xylo-Oligosaccharides) sono brevi catene di xilosio derivate da xilani vegetali. Gli arabinoxilano-oligosaccaridi (AXOS, Arabinoxylan-Oligosaccharides) derivano invece da arabinoxilani, abbondanti soprattutto nella parete cellulare dei cereali. Piccole differenze di ramificazione e sostituzione con arabinosio cambiano l'accessibilità agli enzimi batterici.

Negli studi sull'uomo gli XOS hanno mostrato attività bifidogenica anche a dosi relativamente basse. Gli AXOS, somministrati come estratti di crusca di frumento oppure generati nel pane mediante enzimi, hanno modificato la composizione del microbiota e alcuni marcatori della fermentazione. In un trial di dodici settimane su adulti con transito lento, 15 g/die di AXOS hanno aumentato Bifidobacterium e reso più morbida la consistenza fecale senza accorciare il tempo di transito globale.

La loro utilità è interessante anche dal punto di vista della fermentazione distale e della riduzione relativa della fermentazione proteolitica ma le conclusioni cliniche devono restare prudenti: molti studi sono piccoli e utilizzano prodotti con caratteristiche strutturali specifiche.

In sintesi. XOS e AXOS estendono il panorama oltre inulina e galatto-oligosaccaridi (GOS, Galacto-Oligosaccharides). La struttura fine della molecola conta abbastanza da rendere poco corretto considerare intercambiabili prodotti diversi.

7. HMO – Oligosaccaridi del latte umano

Gli oligosaccaridi del latte umano (HMO, Human Milk Oligosaccharides) costituiscono una famiglia estremamente complessa di glicani presenti nel latte materno. Il neonato non li utilizza principalmente come fonte calorica diretta: una parte rilevante raggiunge l'intestino e seleziona microrganismi dotati di specifici sistemi di trasporto ed enzimi. È un esempio particolarmente elegante di coevoluzione fra nutrizione, microbiota e ospite.

Fra gli HMO più studiati vi sono 2'-fucosillattosio (2'-FL), 3-fucosillattosio (3-FL), lacto-N-neotetraosio (LNnT), lacto-N-tetraosio (LNT), 3'-sialillattosio (3'-SL) e 6'-sialillattosio (6'-SL). Le molecole possono essere fucosilate, sialilate o non sostituite. La composizione del latte varia fra donne e nel corso della lattazione, anche in relazione al fenotipo secretore materno.

Bifidobacterium longum subsp. infantis possiede un corredo genetico particolarmente adatto all'utilizzo di diversi HMO. Altri bifidobatteri e batteri intestinali utilizzano solo specifiche strutture o metaboliti prodotti da specie primarie. Gli HMO possono inoltre agire come recettori-esca, limitando l'adesione di alcuni patogeni, e modulare direttamente cellule epiteliali e immunitarie; questi effetti vanno distinti da quelli strettamente prebiotici.

Nell'adulto le conoscenze sono più recenti. In un trial randomizzato su 100 soggetti sani, 2'-FL e LNnT fino a 20 g/die per due settimane sono risultati ben tollerati e hanno modificato il microbiota, con aumento dei bifidobatteri. Studi successivi hanno valutato 2'-FL dopo antibiotici e nella colite ulcerosa, rilevando segnali biologici interessanti; le evidenze disponibili, però, non consentono ancora di considerare gli HMO un trattamento standard delle patologie dell'adulto.

HMO	Classe	Caratteristica biologica
2'-FL	Fucosilato	Molto studiato; selezione di bifidobatteri e possibili effetti barriera/decoy
3-FL	Fucosilato	Componente naturale con abbondanza variabile durante la lattazione
LNnT	Neutro non fucosilato	Utilizzato da specifici bifidobatteri; studiato anche nell'adulto
LNT	Neutro non fucosilato	Substrato importante per reti bifidobatteriche infantili
3'-SL	Sialilato	Fornisce acido sialico e partecipa a interazioni microbiche e mucosali
6'-SL	Sialilato	Struttura distinta da 3'-SL con distribuzione variabile nel latte

Gli HMO non costituiscono una sostanza unica: fucosilazione, sialilazione, lunghezza e configurazione dei legami modificano il riconoscimento microbico e le interazioni con l'ospite. Di conseguenza 2'-FL, LNnT, LNT e gli HMO sialilati non vanno considerati intercambiabili sulla sola base dell'appartenenza alla stessa famiglia.

In sintesi. Gli HMO rappresentano un modello particolarmente raffinato di nutrizione selettiva del microbiota. Il loro ruolo nell'infanzia è fisiologico; nell'adulto le applicazioni restano promettenti ma ancora in definizione.

8. PHGG – Gomma di guar parzialmente idrolizzata

La gomma di guar parzialmente idrolizzata (PHGG, Partially Hydrolyzed Guar Gum) deriva dalla gomma di guar, un galattomannano. L'idrolisi riduce drasticamente viscosità e peso molecolare pur mantenendo una buona solubilità e fermentabilità. Questo passaggio cambia il comportamento rispetto alla gomma di guar nativa: la PHGG si disperde facilmente e può essere inserita in alimenti o bevande senza creare un gel denso.

La PHGG è stata studiata nella stipsi, nella sindrome dell'intestino irritabile (IBS, Irritable Bowel Syndrome), nel gonfiore e nella nutrizione enterale. In uno studio randomizzato, 6 g/die per dodici settimane hanno ridotto il punteggio di gonfiore e gas rispetto al placebo, mentre altri sintomi dell'IBS non hanno mostrato un vantaggio significativo. In un altro studio su IBS con stipsi, il miglioramento ha riguardato frequenza evacuativa, consistenza e alcuni sintomi.

La buona tollerabilità relativa della PHGG ne ha favorito la diffusione. Resta comunque una fibra fermentabile, perciò all'inizio possono comparire gas e variazioni dell'alvo. Il vantaggio pratico consiste nell'associare l'effetto prebiotico a una bassa viscosità, caratteristica che permette una titolazione graduale anche in persone che sopportano male fibre molto gelificanti.

Aspetto	PHGG	Gomma di guar nativa
Viscosità	Bassa	Elevata
Solubilità	Elevata	Elevata ma con forte addensamento
Fermentabilità	Buona	Buona
Impiego pratico	Facile da miscelare in bevande e alimenti	Più condizionata dalla viscosità
Obiettivo frequente	Regolarità, tollerabilità, modulazione del microbiota	Effetti reologici e fibra alimentare

In sintesi. La PHGG mantiene una buona fermentabilità con viscosità ridotta. È proprio questa combinazione a distinguerla dalla gomma di guar non idrolizzata.

9. Gomma d'acacia

La gomma d'acacia, nota anche come gomma arabica, è un essudato vegetale ricco di arabinogalattani e glicoproteine. È una fibra solubile a bassa viscosità, caratterizzata da fermentazione relativamente graduale. La sua struttura molto ramificata richiede una cooperazione enzimatica fra diversi microrganismi.

In uno studio dose-risposta su volontari sani, quantità da 5 a 40 g/die sono state confrontate con inulina; intorno a 10 g/die la gomma arabica ha mostrato un marcato aumento di bifidobatteri e lattobacilli con buona tollerabilità. Altri studi hanno valutato dosi superiori per sazietà e risposta glicemica. È importante non trasferire automaticamente questi dosaggi a qualunque prodotto: purezza, specie botanica, lavorazione e contesto dietetico influenzano la risposta.

In pratica l'acacia può essere presa in considerazione quando si cerca una fibra solubile non gelificante e con fermentazione meno brusca rispetto a frutto-oligosaccaridi (FOS, Fructo-Oligosaccharides) o inulina. Definirla sempre "senza gas" sarebbe però eccessivo: un aumento rilevante del substrato fermentabile può modificare sia la produzione di gas sia le percezioni addominali.

In sintesi. La gomma d'acacia unisce solubilità, bassa viscosità e fermentazione progressiva. I dati nell'uomo sono interessanti, anche se meno numerosi rispetto a quelli disponibili per inulina e FOS.

10. Psyllium: fibra gelificante con effetti anche sul microbiota

Lo psyllium, ottenuto soprattutto dalle cuticole dei semi di Plantago ovata, è una fibra ricca di arabinoxilani con elevata capacità di assorbire acqua e formare gel. Il suo valore clinico deriva in larga misura da questa proprietà fisica: aumenta l'acqua fecale, modula la consistenza e può essere utile sia nelle feci dure sia, in alcuni casi, nel contenimento di feci troppo liquide.

Lo psyllium fermenta meno e più lentamente rispetto a inulina o frutto-oligosaccaridi (FOS, Fructo-Oligosaccharides) ma questo non lascia invariato il microbiota. Negli studi su persone con stipsi sono state osservate modificazioni della composizione microbica e di alcuni acidi grassi a catena corta (SCFA, Short-Chain Fatty Acids), più evidenti nei soggetti stitici rispetto ai controlli sani.

Per questo è più corretto descriverlo come fibra funzionale con effetti microbiota-mediati, evitando di ridurre tutta la sua utilità alla parola "prebiotico". La quantità d'acqua assunta insieme al prodotto è parte integrante dell'intervento; utilizzare psyllium con liquidi insufficienti è concettualmente opposto al suo meccanismo desiderato.

In termini pratici, lo psyllium va quindi distinto dai prebiotici fortemente selettivi e rapidamente fermentabili: una parte importante del suo beneficio deriva dalla capacità di trattenere acqua e formare un gel viscoelastico. La sua utilità clinico-funzionale non dipende necessariamente da un marcato aumento di uno specifico gruppo microbico.

> **In sintesi. Lo psyllium mostra bene quanto l'effetto fisico di una fibra possa pesare più del grado di fermentazione. Metterlo sullo stesso piano dell'inulina soltanto perché entrambi sono "fibre" porta a conclusioni poco utili.**

11. Amido resistente

L'amido resistente (RS, Resistant Starch) è la quota di amido che sfugge alla digestione nell'intestino tenue e raggiunge il colon. Non è una singola sostanza: comprende granuli fisicamente inaccessibili, amidi con struttura cristallina resistente, amido retrogradato dopo cottura e raffreddamento, forme chimicamente modificate e complessi amilosio-lipide.

La classificazione tradizionale comprende RS1, RS2, RS3, RS4 e RS5. Nella pratica alimentare l'RS3 è particolarmente interessante perché può aumentare quando patate, riso, pasta o altri amidacei vengono cotti e successivamente raffreddati. La quantità finale varia con l'alimento, il contenuto di amilosio, il metodo di cottura, la temperatura e il tempo di raffreddamento; solo una parte dell'amido diventa resistente.

Ruminococcus bromii è considerato un importante degradatore primario di alcuni amidi resistenti. La sua presenza può condizionare la capacità individuale di utilizzare il substrato. I prodotti di degradazione vengono poi condivisi con altri batteri, contribuendo alla produzione di butirrato. Questa dipendenza dalla comunità di partenza spiega perché la risposta all'amido resistente è molto variabile fra individui.

Tipo	Descrizione	Esempio
RS1	Amido fisicamente protetto dalla matrice	Chicchi interi e semi non completamente macinati
RS2	Granuli nativi con struttura resistente	Patata cruda, banana verde, amidi ad alto contenuto di amilosio
RS3	Amido retrogradato dopo gelatinizzazione e raffreddamento	Riso, pasta o patate cotti e raffreddati
RS4	Amido modificato chimicamente	Ingredienti tecnologici specifici
RS5	Complessi amilosio-lipide	Formati durante processi e cotture in presenza di lipidi

In sintesi. L'amido resistente non è un ingrediente unico ma una famiglia. Il tipo di RS e il microbiota di partenza influenzano in modo rilevante fermentazione e produzione di butirrato.

12. Beta-glucani, pectine e altre matrici vegetali

I beta-glucani sono polisaccaridi formati da glucosio con legami differenti a seconda dell'origine. Quelli di avena e orzo presentano legami β(1→3) e β(1→4), sono solubili e viscosi e hanno effetti documentati sul colesterolo e sulla risposta glicemica. Possono inoltre essere fermentati dal microbiota ma la risposta dipende da peso molecolare e lavorazione dell'alimento.

Le pectine sono polisaccaridi ricchi di acido galatturonico presenti nella parete delle cellule vegetali e abbondanti in mele, agrumi e altri frutti. Il grado di metilesterificazione, il peso molecolare e la proporzione fra regioni omogalatturonaniche e ramificate influenzano profondamente la degradazione microbica. In vitro la fermentazione tende a essere relativamente lenta e a produrre molto acetato; la conferma di specifici effetti prebiotici nell'uomo è meno completa rispetto a inulina o galatto-oligosaccaridi (GOS, Galacto-Oligosaccharides).

Arabinogalattani, glucomannano, mucillagini e altre fibre solubili completano un quadro nel quale struttura e matrice alimentare pesano quanto la quantità. Parlare genericamente di "fibra" fa perdere differenze importanti: avena, mela, psyllium e cicoria forniscono tutti carboidrati non digeribili ma producono risposte diverse.

In sintesi. Beta-glucani e pectine combinano proprietà reologiche, metaboliche e microbiche. La struttura del polimero è parte del meccanismo e non un dettaglio secondario.

13. Lattulosio, polidestrosio e destrine resistenti

Il lattulosio è un disaccaride sintetico di galattosio e fruttosio non assorbito in modo significativo nell'intestino tenue. A dosi sufficienti esercita un effetto osmotico lassativo; a dosi più basse può essere utilizzato dal microbiota con aumento dei bifidobatteri. Studi nell'uomo hanno rilevato effetti bifidogenici con quantità comprese da circa 1–3 g/die in alcuni protocolli fino a 10 g/die in studi classici. Il confine fra effetto prebiotico e lassativo è quindi dose-dipendente.

Il polidestrosio è un polimero sintetico di glucosio, altamente ramificato e solo parzialmente fermentato. È utilizzato come fibra alimentare e ha mostrato in studi controllati modificazioni del microbiota e del transito ma i risultati sui principali acidi grassi a catena corta non sono uniformi.

Le destrine resistenti sono ottenute mediante trasformazioni dell'amido che creano legami poco accessibili agli enzimi digestivi. Studi più recenti confermano che specifiche destrine possono modificare in modo riproducibile alcuni taxa intestinali. Poiché le tecnologie produttive differiscono, è scorretto trasferire l'evidenza di un ingrediente brevettato a tutte le "destrine" presenti sul mercato.

In sintesi. Lattulosio, polidestrosio e destrine resistenti mostrano che anche ingredienti ottenuti o modificati industrialmente possono avere funzione prebiotica, purché siano dimostrati sia il meccanismo mediato dal microbiota sia il beneficio per l'ospite.

Parte III – Dalla biochimica alla pratica

14. Alimenti naturalmente ricchi di substrati per il microbiota

Con l'alimentazione il microbiota riceve una miscela di substrati, non una singola molecola. Aglio, cipolla, porro, asparagi, cicoria e topinambur apportano fruttani; avena e orzo beta-glucani; i legumi

forniscono amidi, galattani e fibre della parete cellulare; frutta e ortaggi pectine; i cereali integrali arabinoxilani. Gli alimenti amidacei cotti e raffreddati possono inoltre apportare una quota variabile di amido resistente di tipo 3 (RS3, Resistant Starch type 3).

La matrice alimentare rende spesso il substrato disponibile più lentamente rispetto a un integratore isolato. Dieci grammi di inulina pura non sono fisiologicamente equivalenti a una porzione di vegetali che contiene meno fruttani insieme ad acqua, polifenoli, minerali e altre fibre. La dieta resta quindi il primo livello sul quale costruire il terreno microbico; l'integratore consente, quando serve, una modulazione più precisa e misurabile.

La lavorazione modifica il substrato: macinazione, estrusione, cottura, raffreddamento e riscaldamento successivo alterano accessibilità enzimatica e struttura dell'amido. Anche maturazione e conservazione contano; la banana verde, a esempio, contiene più amido resistente della banana molto matura, nella quale l'amido è stato in larga parte convertito in zuccheri semplici.

Alimento o gruppo	Substrati principali	Nota
Cicoria e topinambur	Inulina e fruttani	Elevata densità di fruttani; tollerabilità variabile
Aglio, cipolla, porro	Fruttani	Quantità rilevanti anche in piccole porzioni
Avena e orzo	Beta-glucani, amido, arabinoxilani	Effetti reologici e fermentativi
Legumi	Amido resistente, galattani, pectine/fibre	La tolleranza migliora spesso con adattamento e corretta preparazione
Mele e agrumi	Pectine	La struttura dipende dalla matrice e dalla lavorazione
Cereali integrali	Arabinoxilani e fibre insolubili	La granulometria modifica accessibilità e transito
Riso, patate, pasta cotti e raffreddati	Quota di RS3	Incremento variabile, non conversione totale dell'amido

In sintesi. Una dieta vegetale varia offre al microbiota una rete di substrati più ampia rispetto a un singolo integratore. La supplementazione può aggiungere precisione, non sostituire la matrice alimentare.

15. Tollerabilità: gas, gonfiore, adattamento e progressione della dose

Produrre gas fa parte della normale fermentazione. Il gonfiore percepito, però, non dipende soltanto dal volume dei gas: intervengono anche motilità, accomodamento addominale, sensibilità viscerale, stipsi, distribuzione e velocità di produzione. Una persona con ipersensibilità può avvertire come molto fastidioso un volume che in un'altra passa quasi inosservato.

Un aumento brusco del carico fermentabile è una causa frequente di scarsa tolleranza. Conviene partire da una dose inferiore a quella obiettivo, mantenerla abbastanza a lungo da osservare la risposta e procedere poi con incrementi graduali. La cautela è particolarmente utile con inulina, frutto-oligosaccaridi (FOS, Fructo-Oligosaccharides), galatto-oligosaccaridi (GOS, Galacto-Oligosaccharides) e amido resistente. Gomma di guar parzialmente idrolizzata (PHGG, Partially Hydrolyzed Guar Gum) e acacia risultano spesso più gestibili, senza per questo rendere superflua la gradualità.

Con il tempo l'adattamento microbico può cambiare anche la sintomatologia. Negli studi sulle destrine resistenti, a esempio, un aumento iniziale dei gas tende talvolta ad attenuarsi durante l'assunzione. Questo non giustifica il trascurare sintomi importanti: dolore intenso, distensione persistente, vomito, sanguinamento, calo ponderale o modificazioni recenti e marcate dell'alvo richiedono una valutazione clinica, non un semplice "allenamento del microbiota".

Scenario	Strategia ragionata
Meteorismo con inulina/FOS	Ridurre dose; aumentare più lentamente; considerare substrato meno rapidamente fermentabile
Stipsi con feci dure	Valutare acqua, psyllium e/o PHGG; considerare magnesio e altri fattori solo nel quadro complessivo
Sensibilità a fibre gelificanti	Preferire inizialmente fibre solubili a bassa viscosità come PHGG o acacia
Diarrea o alvo instabile	Evitare aumenti rapidi di substrati osmotici/fermentabili; privilegiare fibre che normalizzano la consistenza
Più integratori contemporaneamente	Introdurre una variabile alla volta per attribuire effetti e tollerabilità

In sintesi. Una dose è utile finché il sistema riesce a gestirla senza un costo sintomatologico superiore al beneficio. La gradualità permette di osservare l'adattamento invece di forzarlo.

16. Stipsi: scegliere fra gel, acqua e fermentazione

La stipsi non è un'entità unica. Può prevalere una ridotta frequenza, una consistenza dura, lo sforzo evacuativo, la sensazione di incompleto svuotamento, il rallentamento del transito o un disturbo della defecazione. La scelta della fibra dovrebbe partire dal fenotipo, non dall'etichetta commerciale.

Lo psyllium aumenta l'acqua fecale e forma un gel che rende le feci più modellate. La gomma di guar parzialmente idrolizzata (PHGG, Partially Hydrolyzed Guar Gum) aggiunge una componente fermentativa ben tollerata e in alcuni studi ha migliorato frequenza e consistenza. Inulina e frutto-oligosaccaridi (FOS, Fructo-Oligosaccharides) possono aumentare massa microbica e frequenza ma in soggetti con forte gonfiore possono risultare meno gestibili. L'acacia rappresenta un'opzione di fermentazione più graduale.

Una fibra non corregge da sola un disturbo di evacuazione pelvica, una stenosi, un'importante dismotilità, un ipotiroidismo non compensato, gli effetti dei farmaci o una disidratazione marcata. Nell'approccio di medicina del terreno e integrata il prebiotico va inserito in un quadro che comprende idratazione, movimento, ritmo dei pasti, posizione evacuativa, apporto minerale, sonno e patologie concomitanti.

In sintesi. Nella stipsi bisogna capire che cosa manca soprattutto: acqua e gel, fermentazione, massa fecale oppure un intervento sulla motilità. Nessuna fibra copre automaticamente tutti questi obiettivi.

17. Diarrea, alvo alterno e normalizzazione della consistenza

L'idea che ogni fibra "ammorbidisca" le feci è semplicistica. Le fibre gelificanti possono assorbire acqua libera e aumentare la coesione del contenuto intestinale; per questo lo psyllium può essere utilizzato anche quando le feci sono eccessivamente liquide. Al contrario sostanze osmotiche o molto rapidamente fermentabili possono peggiorare la diarrea in alcuni contesti.

La gomma di guar parzialmente idrolizzata (PHGG, Partially Hydrolyzed Guar Gum) è stata studiata anche nella nutrizione enterale e in quadri di alvo irregolare, con risultati che suggeriscono una funzione di normalizzazione più che un semplice effetto lassativo. Il meccanismo comprende ritenzione idrica moderata, produzione di metaboliti microbici e modificazioni dell'ecosistema.

In presenza di diarrea persistente, soprattutto se notturna, ematica, associata a febbre, anemia o perdita di peso, la priorità è la diagnosi. Nessun prebiotico deve diventare un mezzo per mascherare un segnale clinico.

In sintesi. Le proprietà fisiche della fibra possono rendere le feci più morbide oppure più formate. L'equazione "fibra = lassativo" è quindi troppo semplice.

18. IBS, FODMAP e ipersensibilità viscerale

Nella sindrome dell'intestino irritabile (IBS, Irritable Bowel Syndrome) il rapporto fra prebiotici e sintomi varia molto da persona a persona. I FODMAP – oligosaccaridi, disaccaridi, monosaccaridi e polioli fermentabili – possono richiamare acqua e fermentare rapidamente, aumentando la distensione nei soggetti predisposti. Inulina e frutto-oligosaccaridi (FOS, Fructo-Oligosaccharides) appartengono ai fruttani e sono quindi particolarmente rilevanti in questo contesto.

Una dieta low-FODMAP può ridurre i sintomi in una parte dei pazienti ma una restrizione prolungata e indiscriminata riduce la varietà alimentare e può diminuire alcuni taxa, inclusi i bifidobatteri. Quando la fase restrittiva è indicata, dovrebbe essere seguita da reintroduzione e personalizzazione. L'obiettivo non è costruire una dieta "sterile" bensì individuare la soglia tollerata.

La gomma di guar parzialmente idrolizzata (PHGG, Partially Hydrolyzed Guar Gum) e psyllium sono spesso più gestibili dei fruttani rapidamente fermentabili. Nel trial randomizzato sulla PHGG, 6 g/die hanno migliorato soprattutto gonfiore e gas. Ciò non significa che funzionino in ogni fenotipo di IBS. Dolore, stipsi, diarrea e ipersensibilità possono richiedere strategie differenti.

In sintesi. Nel colon irritabile il dato microbiologico e la tollerabilità sintomatica vanno letti insieme. Un prebiotico valido può diventare una scelta sbagliata se introdotto nella fase o alla dose non adatte.

19. SIBO e substrati fermentabili: che cosa sappiamo e che cosa no

La sovracrescita batterica del piccolo intestino (SIBO, Small Intestinal Bacterial Overgrowth) indica una presenza eccessiva o anomala di microrganismi nel tenue associata a un quadro clinico compatibile. Ridurla al dilemma "nutrire" o "affamare" i batteri è fuorviante, perché la fisiopatologia comprende motilità, anatomia, secrezioni, farmaci, patologie sistemiche e precedente uso di antibiotici.

La riduzione temporanea di alcuni carboidrati fermentabili può attenuare i sintomi in determinate persone ma non equivale a eradicare una SIBO e non dimostra che tutti i prebiotici siano controindicati. Le evidenze per scegliere uno specifico prebiotico durante una SIBO attiva restano limitate. Nella pratica sono più prudenti dosi basse, monitoraggio della risposta e trattamento delle cause predisponenti.

La presenza di gonfiore dopo una fibra non diagnostica SIBO. Analogamente, il miglioramento con una dieta povera di fermentabili non conferma da solo la diagnosi. Il prebiotico deve essere inserito nel percorso diagnostico-terapeutico, non utilizzato come test empirico.

In sintesi. La SIBO non impone un divieto permanente di fibra. Richiede piuttosto maggiore attenzione alla sede della fermentazione, alla motilità, alla dose e alla tolleranza individuale.

Parte IV – Effetti sistemici e medicina del terreno

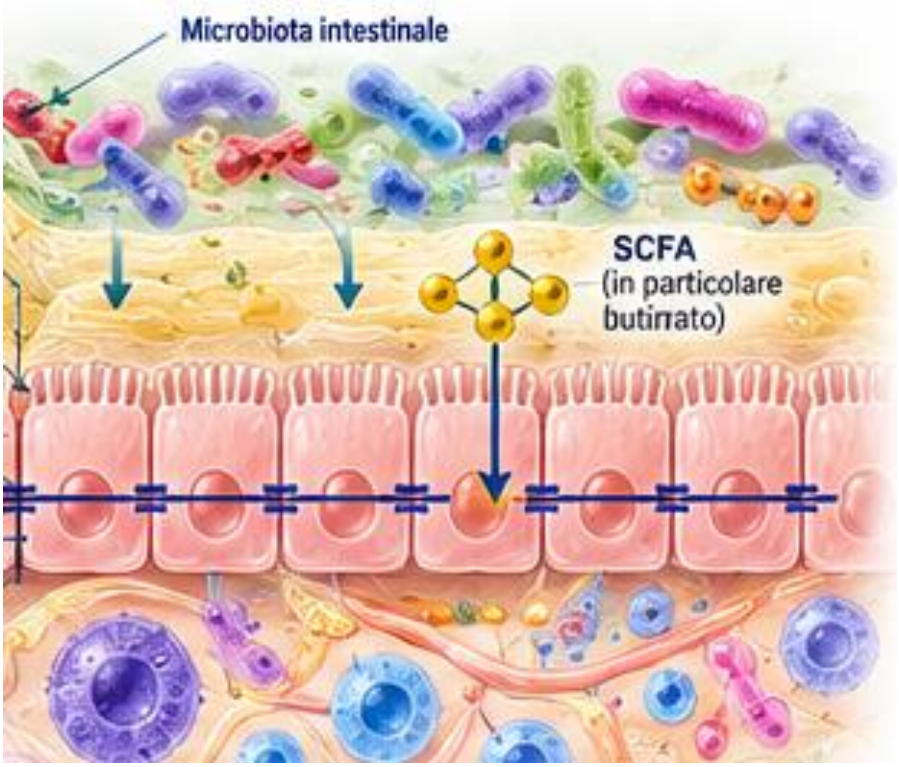
20. Barriera intestinale, muco e immunità mucosale

La barriera intestinale è un sistema multilivello formato da muco, epitelio, giunzioni intercellulari, immunoglobuline, peptidi antimicrobici e cellule immunitarie. Il microbiota partecipa al mantenimento di questo sistema sia occupando nicchie ecologiche sia producendo metaboliti che dialogano con epitelio e immunità.

Gli acidi grassi a catena corta (SCFA, Short-Chain Fatty Acids), soprattutto il butirrato, contribuiscono al metabolismo energetico dei colonociti e alla regolazione dell'espressione genica. Alcuni prebiotici favoriscono batteri o reti metaboliche associate alla produzione di butirrato. Da questo, però, non si può dedurre che qualunque aumento fecale di SCFA corrisponda a una "barriera riparata": la concentrazione fecale riflette l'equilibrio fra produzione, assorbimento e transito.

Gli oligosaccaridi del latte umano (HMO, Human Milk Oligosaccharides) offrono un ulteriore livello: oltre alla fermentazione possono interagire direttamente con recettori e patogeni. Questi meccanismi sono particolarmente rilevanti nel neonato e sono oggetto di studio nell'adulto.

> **In sintesi. La barriera intestinale non è un muro statico ma un tessuto metabolicamente attivo, continuamente esposto ai segnali del microbiota. I prebiotici la influenzano soprattutto attraverso reti di metaboliti e interazioni microbiche.**



Barriera intestinale: microbiota, muco, epitelio e metaboliti microbici formano un sistema dinamico. Gli SCFA, in particolare il butirrato, partecipano al dialogo metabolico con i colonociti.

21. Metabolismo, glicemia, lipidi e composizione corporea

I prebiotici possono incidere sul metabolismo attraverso più vie: velocità di assorbimento dei nutrienti, produzione di metaboliti microbici, segnali enteroendocrini, disponibilità di acidi biliari e modificazioni dell'infiammazione di basso grado. Una parte di questi effetti non dipende esclusivamente dal microbiota; beta-glucani e psyllium, a esempio, agiscono anche attraverso la viscosità.

In alcuni studi gli inulin-type fructans hanno migliorato sensibilità insulinica, profilo lipidico o sazietà, senza però mostrare risultati uniformi fra le diverse popolazioni. Le destrine resistenti sono state valutate anche in soggetti con diabete di tipo 2, con segnali favorevoli su insulino-resistenza e marcatori infiammatori. Servono tuttavia confronti indipendenti e ulteriori conferme per definire con maggiore precisione l'entità clinica dell'effetto.

L'interpretazione deve evitare il salto logico da "modifica del microbiota" a "dimagrimento". Un prebiotico può sostenere un contesto metabolico favorevole ma non sostituisce bilancio energetico, qualità della dieta, attività fisica, sonno e trattamento delle patologie metaboliche.

In sintesi. Il microbiota partecipa alla regolazione metabolica ma non ne è l'unico interruttore. L'effetto dei prebiotici acquista più senso quando rientra in una strategia metabolica complessiva.

22. Asse intestino-cervello e segnali neuroendocrini

L'asse intestino-cervello comprende vie neurali, endocrine, immunitarie e metaboliche. Vago, sistema enterico, ormoni intestinali, triptofano, acidi biliari e metaboliti microbici partecipano a una comunicazione bidirezionale. Da qui nasce il concetto di "psicobiotico", talvolta esteso anche a prebiotici che influenzano questi circuiti.

Gli studi su stress, ansia, sonno e cognizione sono interessanti ma più eterogenei rispetto alla documentazione su bifidogenicità o funzione intestinale. Un cambiamento del microbiota non dimostra di per sé un effetto psicologico. Per parlare di beneficio occorrono outcome clinici o funzionali adeguatamente misurati.

Nella medicina del terreno l'asse intestino-cervello ha un significato molto concreto. Stress e sonno influenzano motilità, permeabilità, comportamento alimentare e percezione viscerale; questi stessi fattori, a loro volta, condizionano la risposta a fibre e prebiotici. La tolleranza intestinale non può essere letta separatamente dal sistema nervoso autonomo.

In sintesi. Il dialogo intestino-cervello è biologicamente reale ma non trasforma ogni variazione microbica in un beneficio neuropsicologico. Per affermarlo servono outcome umani specifici.

23. Età della vita: neonato, adulto e anziano

Nel neonato gli oligosaccaridi del latte umano (HMO, Human Milk Oligosaccharides) rappresentano il modello fisiologico di prebiotico. Contribuiscono alla selezione di bifidobatteri specializzati e interagiscono con lo sviluppo della barriera e dell'immunità. Le formule possono contenere galatto-oligosaccaridi (GOS, Galacto-Oligosaccharides), frutto-oligosaccaridi (FOS, Fructo-Oligosaccharides) e, sempre più spesso, HMO prodotti industrialmente; la loro composizione rimane comunque meno complessa di quella del latte umano.

Nell'adulto l'obiettivo cambia: mantenere diversità di substrati, funzione intestinale e resilienza dell'ecosistema. Qui la varietà alimentare acquista più peso rispetto alla selezione estrema di pochi taxa. Integratori specifici possono essere utilizzati per correggere un basso apporto di fibra o perseguire un obiettivo funzionale.

Nell'anziano sono frequenti riduzione dell'apporto vegetale, politerapia, rallentamento del transito e modificazioni del microbiota. Studi con galatto-oligosaccaridi (GOS, Galacto-Oligosaccharides) mostrano che i bifidobatteri possono aumentare anche in età avanzata; la risposta clinica dipende però da stato funzionale, dieta e comorbilità.

In sintesi. Una stessa molecola assume un significato diverso nelle varie età della vita. Nel neonato prevale la programmazione ecologica sostenuta dagli HMO; nell'adulto e nell'anziano pesano maggiormente dieta complessiva, funzione e resilienza.

24. Sinbiotici: quando associare prebiotico e probiotico

Un sinbiotico associa microrganismi vivi e substrato secondo un razionale funzionale. Nella forma "complementare" i due componenti possiedono benefici documentati indipendenti; nella forma "sinergica" il substrato viene scelto perché sia utilizzato selettivamente dal microrganismo somministrato. La semplice miscela di un probiotico qualunque con inulina non basta, quindi, a definire un sinbiotico ben progettato.

La scelta dovrebbe considerare capacità metaboliche del ceppo, sede d'azione, quantità di substrato e dieta di fondo. Un ceppo privo degli enzimi necessari non utilizzerà direttamente il prebiotico, anche se potrà beneficiare indirettamente dei cambiamenti dell'ecosistema.

In pratica, la strategia più razionale è evitare combinazioni eccessivamente complesse quando non è possibile capire quale componente determini beneficio o intolleranza. Un protocollo progressivo permette di osservare la risposta e di costruire la combinazione sulla persona anziché sul numero di ingredienti in etichetta.

In sintesi. Un sinbiotico ben progettato nasce dalla compatibilità metabolica e dalle evidenze. La sola dicitura "probiotici + fibre" in etichetta non dimostra una reale sinergia.

25. Medicina del terreno e approccio integrato

Per la medicina del terreno il microbiota è una componente di un sistema biologico più ampio. Motilità, secrezioni digestive, stato della mucosa, disponibilità di ossigeno, pH, ritmo circadiano, attività fisica, farmaci, dieta e composizione corporea costruiscono l'ambiente nel quale il prebiotico viene utilizzato. Il substrato, in altre parole, non agisce nel vuoto.

Una stipsi con scarso movimento, sonno frammentato, dieta povera d'acqua e farmaci rallentanti non si risolve scegliendo semplicemente il prebiotico "più potente". Analogamente, un microbiota impoverito da dieta monotona non viene reso resiliente aggiungendo un unico oligosaccaride senza aumentare la diversità alimentare.

Nell'approccio integrato il prebiotico si affianca ad alimentazione, esercizio, sonno e ritmi circadiani, gestione dello stress, idratazione, correzione delle carenze e terapia farmacologica quando indicata. La nutraceutica non sostituisce la medicina clinica; diventa utile quando viene inserita in una strategia con obiettivi, monitoraggio e criteri di sospensione.

In sintesi. Il terreno biologico condiziona in larga misura la risposta al prebiotico. La modulazione del microbiota è più coerente quando migliora anche l'ambiente nel quale quella comunità vive.

Parte V – Confronto operativo

26. Tabella comparativa dei principali substrati

Sigle utilizzate nel capitolo: FOS = Fructo-Oligosaccharides (frutto-oligosaccaridi); GOS = Galacto-Oligosaccharides (galatto-oligosaccaridi); XOS = Xylo-Oligosaccharides (xilo-oligosaccaridi); AXOS = Arabinoxylan-Oligosaccharides (arabinoxilano-oligosaccaridi); HMO = Human Milk Oligosaccharides (oligosaccaridi del latte umano); PHGG = Partially Hydrolyzed Guar Gum (gomma di guar parzialmente idrolizzata).

Substrato	Fermentazione	Viscosità/gel	Effetto caratteristico	Tollerabilità tipica
Inulina/FOS	Rapida-moderata	Bassa	Bifidogenicità marcata	Meteorismo frequente se dose rapida
GOS	Rapida-moderata	Bassa	Bifidogenicità	Variabile; spesso buona a dose progressiva
XOS	Moderata, anche a basse dosi	Bassa	Modulazione selettiva	Generalmente buona nei trial
AXOS	Moderata	Bassa	Bifidogenicità e fermentazione di derivati cereali	Dipende da dose e struttura
HMO	Selettiva	Assente	Alta specificità biologica; effetti anche non prebiotici	Buona nei trial adulti disponibili
PHGG	Graduale	Molto bassa	Regolarità + fermentazione	Spesso buona
Acacia	Graduale	Bassa	Fermentazione progressiva	Spesso buona
Psyllium	Lenta/limitata	Molto alta	Normalizzazione consistenza fecale	Buona con adeguata idratazione
Amido resistente	Variabile, spesso lenta	Assente	Cross-feeding e butirrato	Molto individuale
Beta-glucani	Moderata	Da moderata ad alta	Viscosità + fermentazione	Dipende da dose e peso molecolare
Pectine	Lenta-moderata	Variabile	Fermentazione complessa, spesso acetato	Dipende dalla struttura
Lattulosio	Rapida + osmotica	Assente	Bifidogenicità a basse dosi; lassativo a dosi maggiori	Gas/diarrea dose-dipendenti
Destrine resistenti	Graduale	Bassa	Modulazione di specifici taxa	Spesso buona, possibile gas iniziale

27. Intervalli di dose studiati e modalità di introduzione

Sigle utilizzate nel capitolo: GOS = Galacto-Oligosaccharides (galatto-oligosaccaridi); XOS = Xylo-Oligosaccharides (xilo-oligosaccaridi); AXOS = Arabinoxylan-Oligosaccharides (arabinoxilano-oligosaccaridi); HMO = Human Milk Oligosaccharides (oligosaccaridi del latte umano); 2’-FL = 2’-fucosillattosio; LNnT = lacto-N-neotetraosio; PHGG = Partially Hydrolyzed Guar Gum (gomma di guar parzialmente idrolizzata); RS = Resistant Starch (amido resistente); IBS = Irritable Bowel Syndrome (sindrome dell’intestino irritabile); FODMAP = Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides And Polyols; SIBO = Small Intestinal Bacterial Overgrowth (sovracrescita batterica del piccolo intestino).

Gli intervalli riportati di seguito riassumono quantità ricorrenti negli studi e non rappresentano una prescrizione individuale. La dose di un ingrediente non può essere trasferita automaticamente a un prodotto con purezza o struttura diverse. Nella pratica è spesso più ragionevole partire da quantità inferiori rispetto alla dose finale studiata e aumentare in base alla tolleranza.

Ingrediente	Intervallo ricorrente negli studi sull’adulto	Osservazione
Inulina / oligofruttosio	circa 3–20 g/die	Effetto bifidogenico documentato; gas dose-dipendente

Ingrediente	Intervallo ricorrente negli studi sull'adulto	Osservazione
GOS	circa 2,5–15 g/die	Bifidogenicità; alcuni studi hanno utilizzato dosi maggiori
XOS	circa 1–5 g/die	Attività a dosi relativamente basse in diversi trial
AXOS	circa 2–15 g/die	Prodotti non equivalenti per struttura
HMO 2'-FL/LNnT	circa 5–20 g/die nei trial adulti iniziali	Applicazioni nell'adulto ancora emergenti
PHGG	circa 5–10 g/die	6 g/die studiati nel gonfiore da IBS
Gomma d'acacia	circa 5–20 g/die; 10 g/die in classico studio prebiotico	Dosi più alte studiate per altri outcome
Psyllium	circa 5–10 g, una o due volte/die	Richiede adeguata acqua; obiettivo soprattutto reologico
Amido resistente	circa 10–40 g/die	Risposta molto dipendente da tipo di RS e microbiota
Lattulosio	1–10 g/die in studi prebiotici	Aumentando la dose cresce l'effetto osmotico/lassativo
Destrine resistenti	circa 8–20 g/die	Prodotto-specifiche; non generalizzare a tutte le destrine

Cautele pratiche nell'introduzione di fibre e prebiotici.

Situazione	Perché richiede attenzione	Condotta prudente
Aumento rapido della dose	Può aumentare gas, distensione e variazioni dell'alvo.	Partire da quantità inferiori e aumentare gradualmente in base alla tolleranza.
Psyllium e fibre molto gelificanti	Richiedono una quantità adeguata di liquidi; la gestione cambia in presenza di disfagia o restringimenti gastrointestinali.	Assumere con acqua secondo le indicazioni del prodotto; nei soggetti a rischio concordare l'uso con il medico.
IBS o elevata sensibilità ai FODMAP	La fermentazione rapida può amplificare i sintomi senza implicare un danno della fibra.	Preferire titolazione lenta e valutare substrati meno rapidamente fermentabili.
SIBO o sintomi importanti del tenue	La risposta ai substrati fermentabili è variabile e dipende dalla fase clinica.	Non applicare divieti universali; personalizzare quantità e timing nel quadro clinico.
Farmaci assunti per via orale	Alcune fibre possono modificare velocità di transito o assorbimento di farmaci specifici.	Verificare le indicazioni del farmaco e, quando necessario, distanziare l'assunzione secondo medico o farmacista.

In sintesi. Spesso conta più una titolazione ben condotta che la ricerca di una dose teoricamente "perfetta". Un aumento troppo rapido del carico fermentabile può rendere mal tollerato anche un substrato potenzialmente utile.

28. Scelta in base all'obiettivo funzionale

Sigle utilizzate nel capitolo: FOS = Fructo-Oligosaccharides (frutto-oligosaccaridi); GOS = Galacto-Oligosaccharides (galatto-oligosaccaridi); XOS = Xylo-Oligosaccharides (xilo-oligosaccaridi); HMO = Human Milk Oligosaccharides (oligosaccaridi del latte umano); PHGG = Partially Hydrolyzed Guar Gum (gomma di guar parzialmente idrolizzata).

Obiettivo prevalente	Opzioni da considerare	Nota di metodo
Aumentare bifidobatteri	Inulina/FOS, GOS, XOS, HMO	Valutare tollerabilità e specificità del contesto
Stipsi con feci dure	Psyllium, PHGG; dieta e acqua	Distinguere transito lento da disturbo evacuativo
Gonfiore con scarsa tolleranza ai fruttani	PHGG o acacia a dose progressiva	Non escludere altre cause di distensione
Obiettivo butirrato/cross-feeding	Amido resistente, combinazioni di fibre	Risposta dipendente dal microbiota di partenza
Normalizzare feci troppo liquide	Psyllium; talvolta PHGG	Attenzione a cause infettive/infiammatorie
Età infantile	Latte umano/HMO; formule secondo indicazione	HMO e GOS/FOS non sono equivalenti
Anziano con dieta povera di fibra	Aumento graduale della varietà + fibra tollerata	Considerare idratazione, dentizione, farmaci e motilità
Dopo antibiotici	Ricostruzione dietetica; prebiotico selezionato	Evidenze prodotto-specifiche; evitare promesse di "ripristino completo"

Algoritmo orientativo: scegliere il meccanismo prima del prodotto.

Definire l'obiettivo	→	**Capire se serve gel, acqua o fermentazione**	→	**Scegliere un substrato coerente**	→	**Iniziare gradualmente**	→	**Rivalutare tolleranza ed esito**

29. Errori frequenti e falsi miti

- "Tutte le fibre sono prebiotiche." Falso: fermentabilità e beneficio microbiota-mediato devono essere dimostrati.
- "Più gas significa che il prodotto sta funzionando." Falso: il gas è un effetto della fermentazione, non un indicatore affidabile di beneficio.
- "Il prebiotico migliore è quello con più ingredienti." Falso: complessità della formula e qualità dell'evidenza sono cose diverse.
- "Lo psyllium è uguale all'inulina." Falso: il primo è soprattutto gelificante e regolatore dell'acqua; la seconda è fortemente fermentabile e bifidogenica.
- "Se ho una sovracrescita batterica del piccolo intestino (SIBO, Small Intestinal Bacterial Overgrowth) devo eliminare per sempre le fibre." Falso: la gestione dipende da causa, fase clinica e tolleranza; non esiste un divieto universale.
- "Il microbiota si corregge in pochi giorni." In alcuni taxa le variazioni sono rapide ma stabilità e resilienza dipendono dalla dieta e dal contesto a lungo termine.
- "Un aumento di bifidobatteri prova un beneficio clinico." Non necessariamente: è necessario collegare il cambiamento microbico a un esito dell'ospite.

In sintesi. La precisione terminologica aiuta a separare evidenze e marketing. Un ingrediente va valutato per struttura, meccanismo, studi nell'uomo e coerenza con il problema concreto.

30. Messaggi chiave

Sigle richiamate nel capitolo: FOS = Fructo-Oligosaccharides (frutto-oligosaccaridi); GOS = Galacto-Oligosaccharides (galatto-oligosaccaridi); HMO = Human Milk Oligosaccharides (oligosaccaridi del latte umano); PHGG = Partially Hydrolyzed Guar Gum (gomma di guar parzialmente idrolizzata); XOS = Xylo-Oligosaccharides (xilo-oligosaccaridi); AXOS = Arabinoxylan-Oligosaccharides (arabinoxilano-oligosaccaridi).

- Il prebiotico è un substrato selettivamente utilizzato dal microbiota che conferisce un beneficio all'ospite.
- Inulina, FOS e GOS hanno una documentazione consolidata, soprattutto per l'effetto bifidogenico.
- HMO rappresentano il modello fisiologico della selezione microbica nel neonato; le applicazioni nell'adulto sono in sviluppo.
- PHGG e gomma d'acacia sono fibre solubili a bassa viscosità con fermentazione relativamente graduale.
- Psyllium è soprattutto una fibra gelificante e regolatrice della consistenza, pur avendo effetti sul microbiota.
- Amido resistente, pectine, beta-glucani, XOS e AXOS mostrano effetti che dipendono fortemente dalla struttura e dal microbiota di partenza.
- Gas e gonfiore dipendono da dose, velocità di fermentazione, transito e sensibilità viscerale; la titolazione è fondamentale.
- La dieta vegetale varia costituisce la base; l'integratore serve quando si desidera una modulazione più precisa.
- Il prebiotico va inserito in un approccio integrato che comprenda alimentazione, movimento, sonno, idratazione, farmaci e condizioni cliniche.
- La personalizzazione non è un dettaglio: responder e non-responder sono parte della biologia dei prebiotici.

Glossario

Voce	Definizione
2’-FL	2’-fucosillattosio, oligosaccaride fucosilato del latte umano.
3-FL	3-fucosillattosio, oligosaccaride fucosilato del latte umano.
3’-SL / 6’-SL	3’- e 6’-sialillattosio, oligosaccaridi sialilati del latte umano.
AXOS	Arabinoxylan-Oligosaccharides; arabinoxilano-oligosaccaridi derivati dagli arabinoxilani.
Bifidogenicità	Capacità di favorire l’aumento o l’attività di bifidobatteri in un determinato contesto.
Cross-feeding	Scambio metabolico nel quale i prodotti di un microrganismo diventano substrati per altri.
FODMAP	Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides And Polyols; carboidrati fermentabili scarsamente assorbiti.
FOS	Fructo-Oligosaccharides; frutto-oligosaccaridi.
GOS	Galacto-Oligosaccharides; galatto-oligosaccaridi.
HMO	Human Milk Oligosaccharides; oligosaccaridi del latte umano.
IBS	Irritable Bowel Syndrome; sindrome dell’intestino irritabile.
Inulina	Fruttano composto prevalentemente da unità di fruttosio legate β(2→1), spesso terminato da glucosio.
LNnT	Lacto-N-neotetraosio, HMO neutro non fucosilato.
LNT	Lacto-N-tetraosio, HMO neutro non fucosilato.
Oligofruttosio	Miscela di fruttani a catena relativamente corta, spesso ottenuta da inulina.
PHGG	Partially Hydrolyzed Guar Gum; gomma di guar parzialmente idrolizzata, solubile e a bassa viscosità.
Prebiotico	Substrato selettivamente utilizzato dai microrganismi dell’ospite che conferisce un beneficio per la salute.
Probiotico	Microrganismo vivo che, somministrato in quantità adeguata, conferisce un beneficio alla salute dell’ospite.
RS	Resistant Starch; amido resistente alla digestione nel tenue.
SCFA	Short-Chain Fatty Acids; acidi grassi a catena corta, fra cui acetato, propionato e butirrato.
SIBO	Small Intestinal Bacterial Overgrowth; sovracrescita batterica del piccolo intestino.
Sinbiotico	Combinazione di microrganismi vivi e substrato/i selettivamente utilizzato/i con beneficio per l’ospite.
XOS	Xylo-Oligosaccharides; xilo-oligosaccaridi.
Colonocita	Cellula epiteliale del colon; utilizza il butirrato come importante substrato energetico.
ISAPP	International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics, associazione scientifica internazionale che ha pubblicato documenti di consenso su prebiotici, probiotici, sinbiotici e postbiotici.
Mucina	Glicoproteina costitutiva del muco, fondamentale per le proprietà fisiche e biologiche della barriera mucosale.
Postbiotico	Preparazione di microrganismi inattivati e/o loro componenti che conferisce un beneficio alla salute dell’ospite; non coincide con un singolo metabolita microbico.
RS1–RS5	Classificazione dell’amido resistente in base al meccanismo di resistenza alla digestione: protezione fisica, struttura granulare, retrogradazione, modificazione chimica e complessi amilosio-lipide.
Tight junction	Complesso di giunzioni serrate fra cellule epiteliali che contribuisce alla regolazione della permeabilità paracellulare.

Bibliografia

1. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the definition and scope of prebiotics. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2017;14:491–502. doi:10.1038/nrgastro.2017.75.
2. Scott KP, Gratz SW, Sheridan PO, Flint HJ, Duncan SH. The influence of diet on the gut microbiota. Pharmacol Res. 2013;69:52–60.
3. Wilson B, Whelan K. Prebiotic inulin-type fructans and galacto-oligosaccharides: definition, specificity, function, and application in gastrointestinal disorders. J Gastroenterol Hepatol. 2017;32 Suppl 1:64–68.
4. Holscher HD. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. Gut Microbes. 2017;8:172–184.
5. Holscher HD, et al. The prebiotic potential of inulin-type fructans: a systematic review. Adv Nutr. 2021. PMID:34555168.
6. Nagy DU, et al. Effect of chicory-derived inulin-type fructans on abundance of Bifidobacterium and on bowel function: a systematic review with meta-analyses. Crit Rev Food Sci Nutr. 2023;63:12018–12035. doi:10.1080/10408398.2022.2098246.
7. So D, et al. Dietary fiber intervention on gut microbiota composition in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. Am J Clin Nutr. 2018;107:965–983. PMID:29757343.
8. Wilms E, et al. Galacto-oligosaccharides supplementation in prefrail older and healthy adults increased faecal bifidobacteria, but did not impact immune function and oxidative stress. Clin Nutr. 2021. doi:10.1016/j.clnu.2020.12.034.
9. Siegwald L, et al. The impact of low-lactose, high galacto-oligosaccharides milk on gut microbiome and plasma metabolome in healthy adults. Curr Dev Nutr. 2025; PMID:40909168.
10. Lecerf JM, et al. Xylo-oligosaccharide in combination with inulin modulates the intestinal environment and immune status in healthy subjects. Br J Nutr. 2012;108:1847–1858. doi:10.1017/S0007114511007252.
11. Cloetens L, et al. Tolerance of arabinoxylan-oligosaccharides and their prebiotic activity in healthy subjects. Br J Nutr. 2010. PMID:20003568.
12. François IEJA, et al. Effects of a wheat bran extract containing arabinoxylan oligosaccharides on gastrointestinal health parameters in healthy adults. Br J Nutr. 2012;108:2229–2242. doi:10.1017/S0007114512000372.
13. Elison E, et al. Oral supplementation of healthy adults with 2'-O-fucosyllactose and lacto-N-neotetraose is well tolerated and shifts the intestinal microbiota. Br J Nutr. 2016. PMID:27719686.
14. Suligoj T, et al. Effects of human milk oligosaccharides on the adult gut microbiota and barrier function. Nutrients. 2020;12. PMID:32933181.
15. Vliex LMM, et al. 2'-Fucosyllactose supplementation results in a transient improvement in gut microbial resilience after vancomycin use in adults with overweight or obesity. Gut Microbes. 2025. PMID:41243448.
16. Parisi GC, et al. Randomized clinical study: partially hydrolyzed guar gum versus placebo in the treatment of patients with irritable bowel syndrome. Nutr Metab. 2016;13:10. doi:10.1186/s12986-016-0070-5.

17. Giannini EG, et al. High-fiber diet supplementation in patients with irritable bowel syndrome: wheat bran versus partially hydrolyzed guar gum. Nutrition. 2002;18:334–339. PMID:12184518.

18. Russo L, et al. Partially hydrolyzed guar gum in the treatment of irritable bowel syndrome with constipation. Saudi J Gastroenterol. 2015;21:104–110. doi:10.4103/1319-3767.153835.

19. Calame W, Weseler AR, Viebke C, Flynn C, Siemensma AD. Gum arabic establishes prebiotic functionality in healthy human volunteers in a dose-dependent manner. Br J Nutr. 2008. doi:10.1017/S0007114508981447.

20. Larson R, et al. Acacia gum is well tolerated while increasing satiety and lowering peak blood glucose response in healthy human subjects. Nutrients. 2021;13:618. doi:10.3390/nu13020618.

21. Jalanka J, et al. The effect of psyllium husk on intestinal microbiota in constipated patients and healthy controls. Int J Mol Sci. 2019;20:433. doi:10.3390/ijms20020433.

22. Birt DF, et al. Resistant starch: promise for improving human health. Adv Nutr. 2013;4:587–601.

23. Chen Z, et al. Resistant starch and the gut microbiome: exploring beneficial interactions and dietary impacts. Food Chem X. 2024;21:101118. doi:10.1016/j.fochx.2024.101118.

24. Baxter NT, et al. Resistant starch: impact on the gut microbiome and health. Curr Opin Biotechnol. 2020;61:66–71. PMID:31765963.

25. Moghaddam MK, et al. Pectin in diet: interactions with the human microbiome, role in gut homeostasis, and nutrient-drug interactions. Carbohydr Polym. 2021;255:117388. doi:10.1016/j.carbpol.2020.117388.

26. Pascale N, et al. The potential of pectins to modulate the human gut microbiota evaluated by in vitro fermentation: a systematic review. Nutrients. 2022;14:3629. doi:10.3390/nu14173629.

27. Bouhnik Y, et al. Lactulose ingestion increases faecal bifidobacterial counts: a randomised double-blind study in healthy humans. Eur J Clin Nutr. 2004. doi:10.1038/sj.ejcn.1601829.

28. Sakai Y, et al. A study of the prebiotic effect of lactulose at low dosages in healthy Japanese women. Biosci Microbiota Food Health. 2019;38. doi:10.12938/bmfh.18-013.

29. Costabile A, et al. Impact of polydextrose on the faecal microbiota: a double-blind crossover placebo-controlled feeding study in healthy subjects. Br J Nutr. 2012;108:471–481. doi:10.1017/S0007114511005782.

30. Lefranc-Millot C, et al. Impact of a resistant dextrin on intestinal ecology. J Int Med Res. 2012;40. doi:10.1177/147323001204000122.

31. Perreau C, et al. Resistant dextrin promotes beneficial fecal bacteria in high and low fiber diet populations: a randomized, double-blinded, controlled pilot study. Front Nutr. 2026;13:1810842. PMID:42245546.

L'Autore



Giovanni Chetta

Biochimico, fisiologo e biofisico, con una formazione multidisciplinare nelle scienze biomediche e numerosi percorsi di alta specializzazione nell'ambito della fisiologia, nutrizione, nutraceutica, fitoterapia, biomeccanica.

L'intero percorso professionale si è sviluppato in ambito medico, in costante collaborazione con medici specialisti e altri professionisti sanitari. Questa esperienza gli ha consentito di coniugare il rigore delle scienze di base con le esigenze della pratica clinica, sviluppando una visione integrata dei meccanismi fisiologici e fisiopatologici che regolano l'organismo umano.

Dal 1988 si dedica allo studio del metabolismo, dell'infiammazione cronica, della bioenergetica cellulare e delle interazioni tra i sistemi che mantengono l'omeostasi.

La sua attività è orientata a integrare le conoscenze della fisiologia classica con le più recenti evidenze della ricerca scientifica, promuovendo un approccio che considera la terapia farmacologica e gli interventi sul terreno biologico come strumenti complementari di un'unica strategia terapeutica.

«Biochimica, fisiologia e biofisica compongono il linguaggio della medicina: comprenderne i meccanismi aumenta la consapevolezza riguardo salute, malattia e cura.»

giovannichetta.com

Copyright e note legali

Versione 1.0 – 2026

© 2026 Giovanni Chetta. Tutti i diritti riservati.

È vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento senza preventiva autorizzazione scritta dell'Autore, salvo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di diritto d'autore.

Le informazioni contenute in questa guida hanno finalità esclusivamente divulgative ed educative e non sostituiscono il parere del medico o di altri professionisti sanitari qualificati. Ogni decisione diagnostica o terapeutica deve essere presa nell’ambito di una valutazione clinica individuale.

Questa guida potrà essere periodicamente aggiornata alla luce delle nuove evidenze scientifiche. La versione riportata in copertina o frontespizio e/o in questa pagina identifica il testo di riferimento.