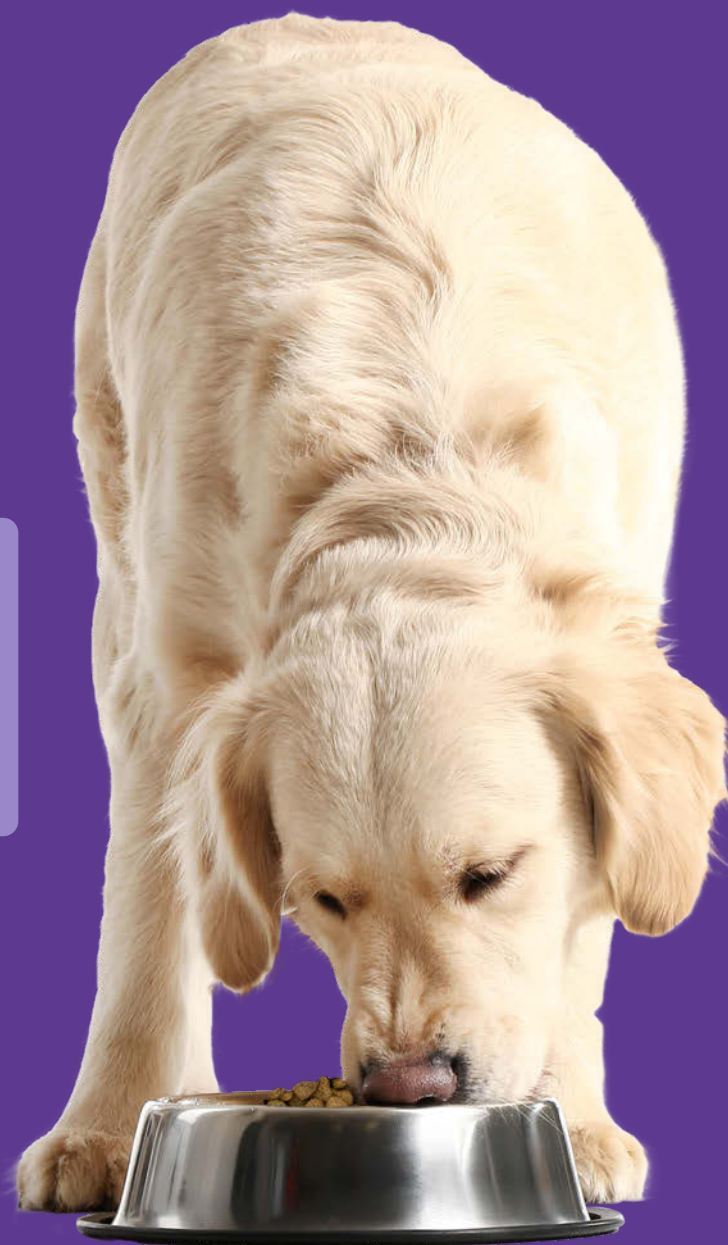


GASTROINTESTINALE CURA DIGESTIVA

UN DOCUMENTO DI SUPPORTO
SCIENTIFICO

La dieta Gastrointestinale
cura digestiva ha
dimostrato una
digeribilità proteica del
95%.

Studio sull'alimentazione - Scuola veterinaria dell'Università di
Ghent



INDICE

Perché è importante la salute digestiva?	Pag. 3
Ruoli importanti del sistema digestivo	Pag. 4 - 5
Barriera fisica	Pag. 6
Difesa immunitaria	Pag. 6
Microbioma intestinale	Pag. 7
Cosa rende la dieta Gastrointestinale cura digestiva così unica?	Pag. 8
Il principio di Goldilocks	Pag. 8
La differenza Freshtrusion	Pag. 9
L'importanza dei peptidi biodisponibili e bioattivi per sostenere la salute digestiva	Pag. 10 - 11
Effetti positivi dei peptidi sulle cellule epiteliali e sulle giunzioni strette	Pag. 11
L'importanza dei peptidi per la gestione delle allergie alimentari	Pag. 12
Postbiotici & salute digestiva	Pag. 13
Riferimenti	Pag. 14





PERCHÉ LA SALUTE DIGESTIVA È IMPORTANTE?

Un sistema digestivo sano è molto importante per la salute generale dei cani, poiché il suo ruolo principale è digerire il cibo e assorbire i nutrienti in modo che il corpo possa usarli per energia, crescita, mantenimento e riparazione.

Il tratto gastrointestinale (GI) fornisce anche una barriera tra i fattori esterni e l'ambiente interno del cane, tenendo fuori organismi potenzialmente patogeni e sostanze nocive.

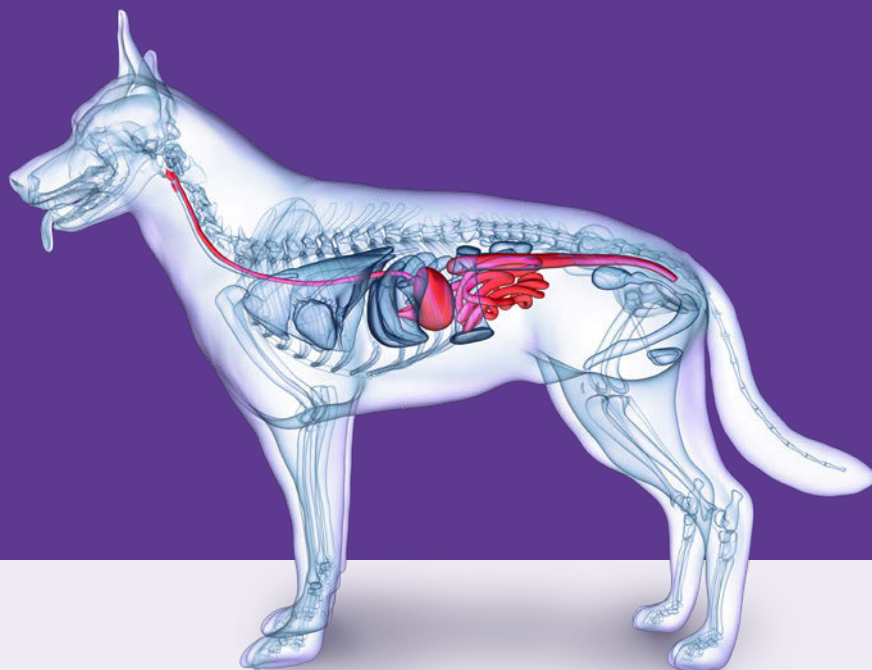
Condizioni gastrointestinali possono verificarsi a causa di diversi fattori, come stress, malattia, ingestione di qualcosa di inappropriato, infiammazione e sensibilità o allergia alimentare.

Una cattiva salute digestiva può causare disagio nei cani, con segni comuni che includono feci molli frequenti/diarrea, disagio addominale, gonfiore, costipazione, mancanza di appetito e vomito.

Non sorprende che ciò possa anche portare a stress e preoccupazioni per i proprietari e potenzialmente a una visita dal veterinario.



RUOLI IMPORTANTI DEL SISTEMA DIGESTIVO



I nutrienti essenziali non possono essere prodotti dal corpo e devono essere forniti nella dieta. È importante che le cellule epiteliali del tratto GI siano sane per svolgere efficacemente il loro ruolo di assorbimento dei nutrienti.

Gli alimenti per cani sono composti da diversi ingredienti che forniscono una complessa miscela di nutrienti. Alcuni nutrienti sono presenti nel cibo come grandi molecole (ad es., proteine, grassi e amidi) che devono essere scomposte in pezzi più piccoli (digeriti) affinché possano essere assorbiti.

Altri nutrienti (ad es., vitamine e minerali) sono già abbastanza piccoli da essere assorbiti, ma devono essere trasportati alla parte giusta del tratto digestivo.

DIGESTIONE MECCANICA

La prima fase della **digestione** - digestione meccanica - inizia dalla bocca quando il cibo viene masticato e quindi fisicamente scomposto. Questo processo aiuta il cibo ad avere più superficie esposta rispetto a prima, facilitando l'accesso degli enzimi digestivi rilasciati nelle sezioni inferiori del tratto gastrointestinale, i quali sono responsabili della scomposizione di proteine, grassi e amidi.

DIGESTIONE ENZIMATICA

La digestione enzimatica delle proteine inizia nello stomaco, dove la presenza di acido cloridrico fornisce l'ambiente a basso pH ideale per attivare l'enzima pepsina, che inizia a digerire le proteine alimentari.

Il cibo parzialmente digerito lascia lo stomaco ed entra nell'intestino tenue, dove il pancreas rilascia ulteriori enzimi - ad es. tripsina, lipasi e amilasi - per digerire rispettivamente proteine, grassi e amidi.

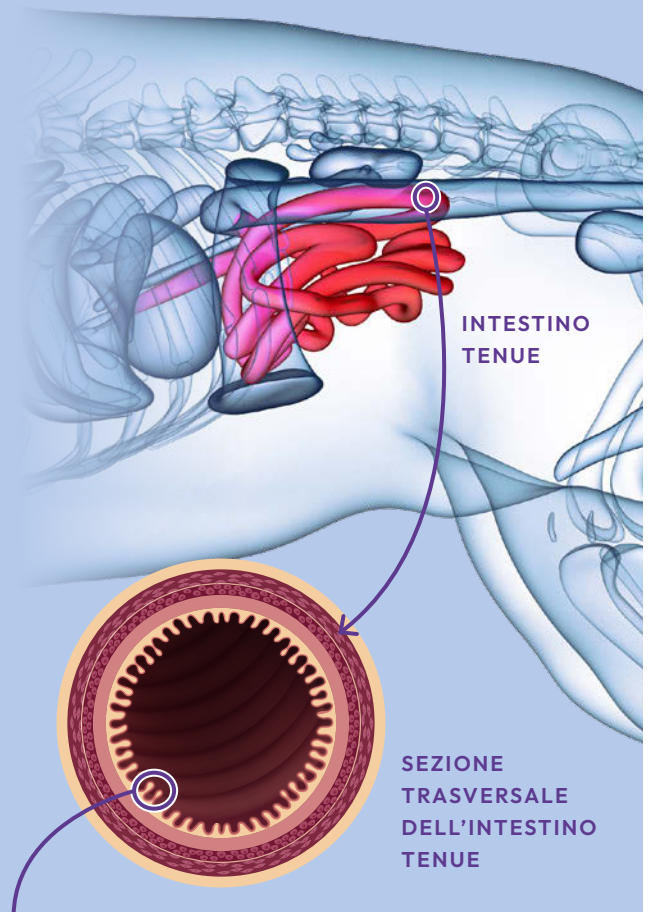


INTESTINO TENUE

La digestione continua lungo l'intestino tenue, scomponendo proteine, grassi e carboidrati in peptidi / amminoacidi, monogliceridi / acidi grassi e monosaccaridi (ad es. glucosio, fruttosio) che possono essere assorbiti.

L'**intestino tenue** è specialmente adattato per l'assorbimento dei nutrienti. Il suo rivestimento è altamente piegato in proiezioni a forma di dito chiamate villi, e le cellule epiteliali specializzate (**enterociti**) che rivestono i villi hanno proiezioni ancora più piccole, chiamate **microvilli**, sulla loro superficie, che insieme aumentano la superficie disponibile per l'**assorbimento dei nutrienti**.

I nutrienti digeriti vengono assorbiti dal lume dell'intestino tenue negli enterociti tramite proteine di trasporto speciali (ad es., trasportatori di amminoacidi, trasportatore di di/tripeptidi (PEPT1), trasportatore di sodio-glucosio 1, proteine di trasporto degli acidi grassi) (Goodman 2010).

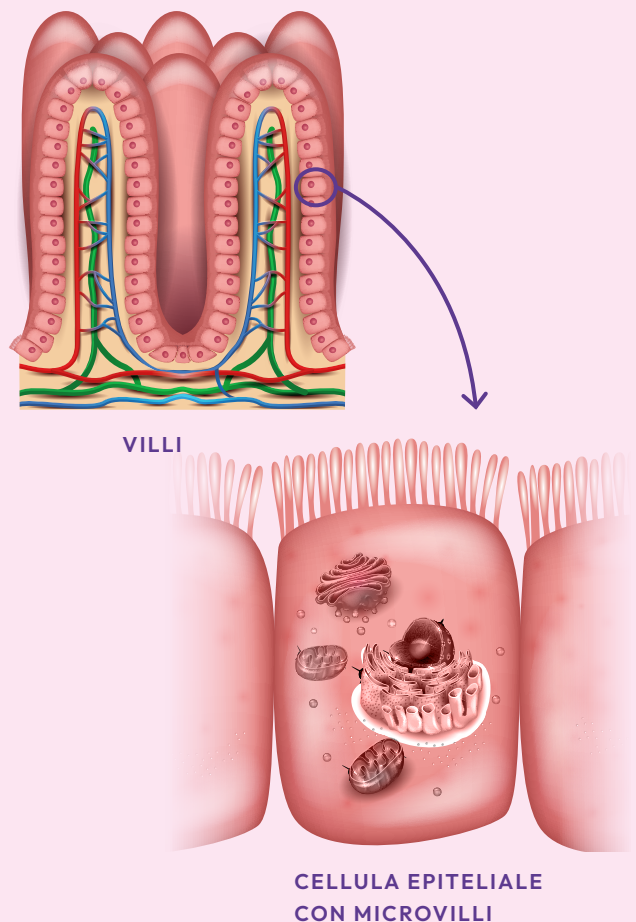


I VILLI

I villi hanno una ricca fornitura di capillari sanguigni dove i nutrienti solubili in acqua (ad es., amminoacidi, glucosio, vitamine del gruppo B) possono diffondersi o essere trasportati nel sangue per essere trasportati in tutto il corpo per essere immagazzinati o utilizzati secondo necessità.

I grassi e le vitamine liposolubili (A, D ed E) sono "confezionati" in chilomicroni negli enterociti e poi trasferiti nei vasi linfatici (chiamati latticelli) che si trovano accanto ai capillari all'interno dei villi.

I chilomicroni vengono trasportati attraverso il sistema linfatico, che si scarica di nuovo nel flusso sanguigno per fornire ai tessuti i grassi assorbiti dalla dieta.



BARRIERA FISICA

Il tratto GI fornisce una barriera fisica e immunologica per tenere fuori tossine e microrganismi. È importante che le cellule del tratto GI siano sane per fornire una barriera efficace.

Il fondamento della **barriera intestinale** è il singolo strato di cellule epiteliali intestinali che rivestono il tratto GI. Questo epitelio è composto da diversi tipi di cellule – ad es. enterociti, cellule calciformi, cellule enteroendocrine, ecc – ognuna con funzioni specifiche.

Le singole cellule epiteliali sono ancorate a una membrana basale sottostante e sono attaccate ai loro vicini attraverso **giunzioni strette** - aggregazioni di diverse proteine.

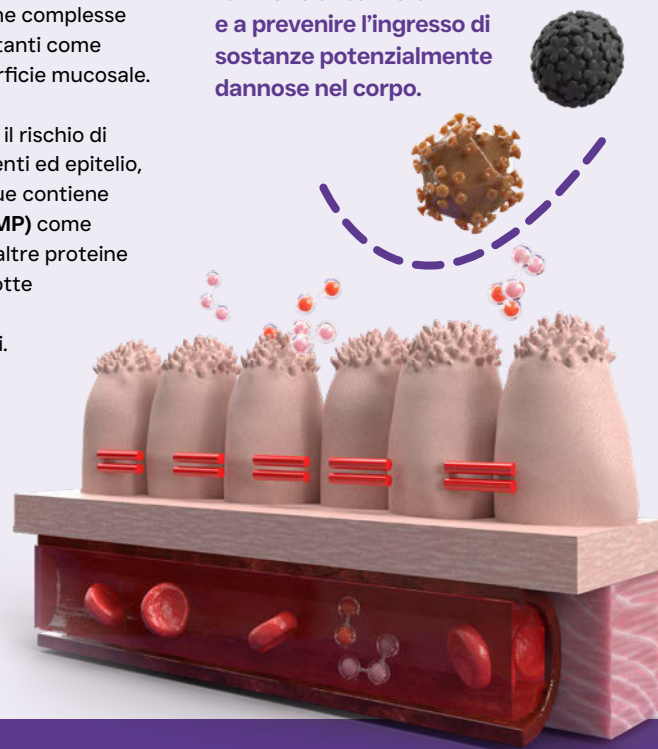
Le proteine delle giunzioni strette, inclusi **occludina, claudine, zonula occludens (ZO) e molecole di adesione giunzionale**, sono cruciali per il mantenimento dell'integrità della barriera epiteliale (Chelakkot et al., 2018).

Uno strato di **muco** si trova sopra l'epitelio intestinale, prodotto e secreto dalle **cellule calciformi**.

Il muco intestinale è uno strato di gel composto da glicoproteine complesse (mucine) che sono importanti come prima barriera della superficie mucosale.

Per ridurre ulteriormente il rischio di contatto tra batteri virulenti ed epitelio, il muco dell'intestino tenue contiene **peptidi antimicrobici (AMP)** come defensine, catelicidine e altre proteine di difesa dell'ospite prodotte e secrete nel muco dalle cellule epiteliali intestinali.

I **peptidi antimicrobici** aiutano a mantenere la funzione di barriera e a prevenire l'ingresso di sostanze potenzialmente dannose nel corpo.



DIFESA IMMUNITARIA

Una gran parte del sistema immunitario si trova nel tratto GI. Le cellule del sistema immunitario devono essere ben nutrite per essere al massimo della loro efficacia nella lotta contro i patogeni nel tratto GI.

Il sistema immunitario del tratto GI è cronicamente esposto agli antigeni dal lume intestinale e, quindi, deve essere in grado di distinguere quali antigeni devono essere tollerati (ad es. auto-antigeni, cibo, microbi simbiotici) o "attaccati" (ad es. microrganismi patogeni, tossine).

Per aiutare in questa sorveglianza immunologica e contribuire alla funzione di barriera della mucosa intestinale vi è una serie di popolazioni di cellule immunitarie, inclusi linfociti T e B, plasmacellule, cellule dendritiche e componenti del sistema immunitario innato come macrofagi, mastociti e neutrofili.

Questo sistema immunitario intestinale, che si trova appena sotto la membrana

basale dell'epitelio intestinale, è talvolta chiamato **tessuto linfoide associato all'intestino (GALT)**.

Un altro componente della barriera immunologica è l'Immunoglobulina A (IgA) secretoria, prodotta dalle plasmacellule.

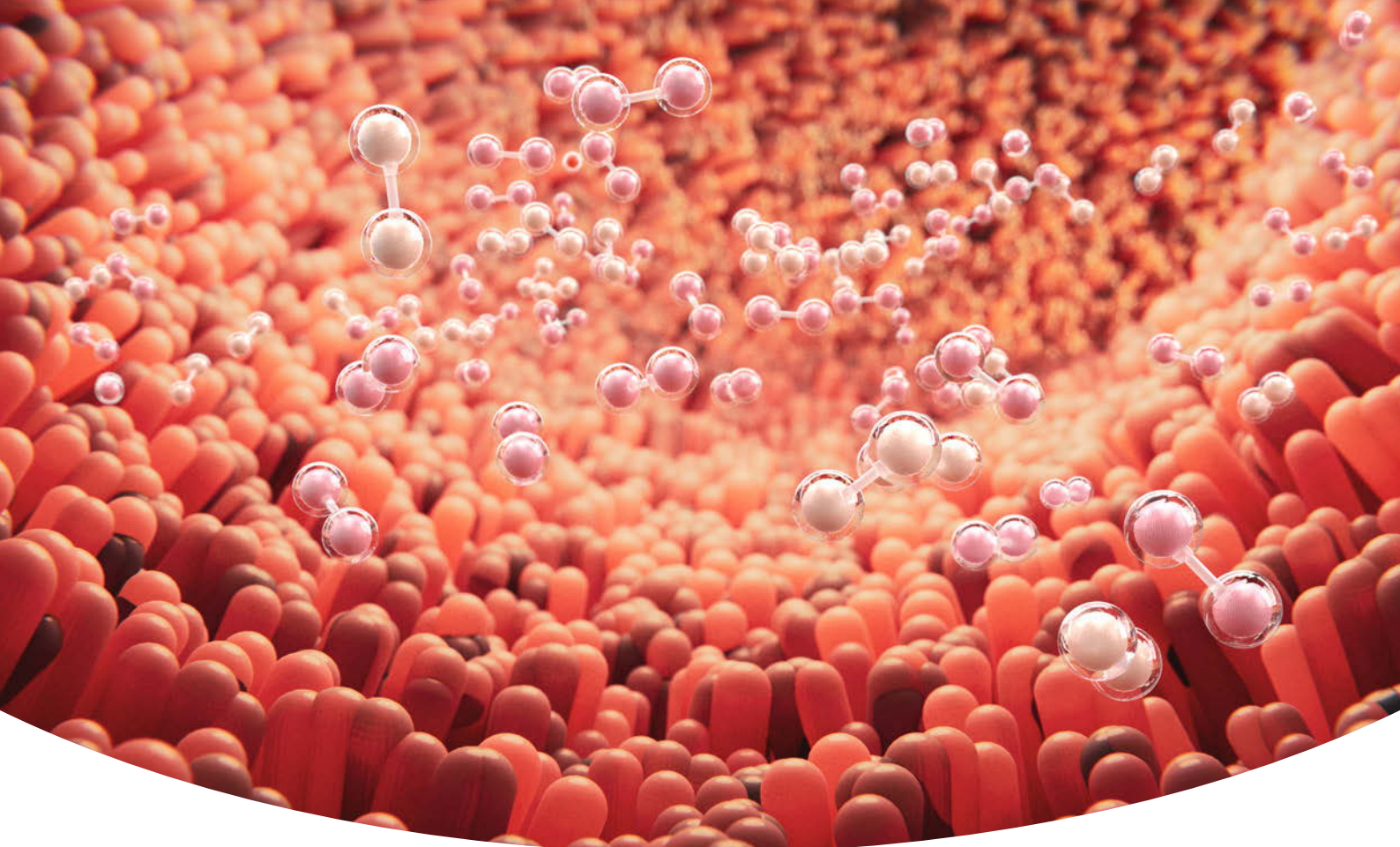
L'IgA si lega ai batteri nel lume intestinale e previene l'invasione microbica rivestendo i batteri, inibendo l'adesione alle cellule epiteliali e neutralizzando le tossine batteriche.

Pertanto, svolge un ruolo significativo nel mantenere la funzione di barriera (Camilleri et al., 2019).

Le interazioni tra le cellule epiteliali intestinali, lo strato di muco e il GALT consentono un robusto

sistema di barriera che selettivamente permette l'assorbimento di acqua e nutrienti essenziali mentre protegge contro gli effetti avversi sulla salute causati da tossine ingerite o endogene.





MICROBIOMA INTESTINALE

Il microbioma intestinale è costituito da batteri benefici e potenzialmente dannosi. Un microbioma intestinale sano può fornire supporto nutrizionale alle cellule del GI e contribuire alla funzione di barriera e aumentare le difese immunitarie.

L'intestino tenue inferiore e, in particolare, l'intestino crasso (colon) ospitano un enorme numero e varietà di microrganismi, inclusi batteri, funghi, protozoi e virus, che insieme costituiscono il microbioma intestinale.

Tuttavia, sono le popolazioni batteriche quelle più studiate (Sekirov et al., 2010).

I cosiddetti batteri commensali intestinali sono stati descritti come uno dei componenti della barriera fisica intestinale poiché promuovono la resistenza alla colonizzazione di specie batteriche dannose o patogene competendo per i nutrienti, occupando siti di attacco e stimolando la produzione di fattori antimicrobici come IgA e AMP da parte delle cellule immunitarie intestinali e delle cellule epiteliali intestinali (Sekirov et al., 2010).

Inoltre, il microbiota intestinale svolge un

ruolo nella fermentazione di componenti alimentari non digeriti e non digeribili, il che può avere effetti potenzialmente dannosi o benefici sull'animale ospite.

Ad esempio, una proteina non digerita che sfugge all'assorbimento nell'intestino tenue può essere fermentata dai batteri nell'intestino crasso, con conseguente produzione di diversi metaboliti.

Da un lato, la fermentazione microbica degli amminoacidi può dare origine alla produzione di **acidi grassi a catena corta (SCFA)** benefici, tra cui il butirrato, che è una fonte di carburante importante per i colonociti.

Tuttavia, la fermentazione degli amminoacidi può generare prodotti come ammoniaca, fenoli, indoli, ammine e solfuro di idrogeno, che non solo contribuiscono all'odore fecale ma possono anche avere effetti dannosi sui colonociti (Diether & Willing, 2019).

Per i substrati non digeribili nel cibo, come le fibre alimentari, la fermentazione da parte dei microbi intestinali risulta nella produzione di butirrato (e altri SCFA), la fonte di

carburante preferita per i colonociti.

Inoltre, sembra che gli SCFA abbiano un ruolo nell'effetto dei batteri commensali Gram-positivi di stimolare la proliferazione e la migrazione delle cellule epiteliali intestinali, un meccanismo chiave per mantenere l'omeostasi e l'integrità strutturale della barriera epiteliale intestinale (Park et al., 2016).

La ricetta Gastrointestinale cura digestiva è stata sviluppata con processi e ingredienti specifici per supportare la salute digestiva e mantenere funzioni efficaci di barriera intestinale.

L'IMPORTANZA DEI PEPTIDI BIODISPONIBILI E BIOATTIVI PER SUPPORTARE LA SALUTE DIGESTIVA

Le proteine sono grandi molecole composte da singoli "mattoni" chiamati amminoacidi. Dopo aver mangiato cibi contenenti proteine, il processo di digestione delle proteine inizia quando gli enzimi rilasciati in diverse parti del tratto gastrointestinale li scompongono in idrolisati proteici: catene corte di amminoacidi chiamate peptidi e amminoacidi liberi.

Questo consente a questi "mattoni" di essere assorbiti nel corpo, dove possono essere ricombinati per costruire nuove proteine (come pelle, capelli, muscoli, anticorpi, enzimi, ormoni, ecc.).

Storicamente, si credeva che solo gli amminoacidi liberi fossero assorbiti dal tratto gastrointestinale tramite specifici trasportatori di amminoacidi.

Al contrario, ora si riconosce che la maggior parte degli amminoacidi viene assorbita dall'intestino sotto forma di di- e tri-peptidi tramite il trasportatore di peptidi ad ampio spettro PepT1 (Fei et al., 1994).

I di-peptidi e i tri-peptidi sono più abbondanti nell'intervallo di

peso molecolare di 0,2–0,25 kDa e 0,3–0,4 kDa, rispettivamente.

La ricerca ha dimostrato che l'assunzione di proteine già idrolizzate (peptidi) è più facilmente assorbita dal tratto digestivo rispetto alle proteine intatte e persino agli amminoacidi individuali

(Maebuchi et al., 2007; Zhao et al., 1997).

Questo ha il vantaggio di minimizzare la quantità di proteine non digerite che raggiungono l'intestino crasso, dove potrebbero subire fermentazione da parte dei batteri intestinali, riducendo quindi la formazione di composti potenzialmente dannosi e maleodoranti.

Le cellule epiteliali intestinali hanno una durata di vita estremamente breve (circa 3-5 giorni). In un intestino sano normale, esiste un equilibrio tra la perdita delle cellule epiteliali "vecchie" alla punta del villo e la generazione di nuove cellule nella cripta (regione basale del villo), che migrano verso l'alto del villo per sostituire le cellule perse (Williams et al., 2015).

In una situazione di danno alle cellule intestinali come infezione, infiammazione, ecc., l'equilibrio tra perdita e sostituzione delle cellule epiteliali può essere disturbato e, in tali condizioni, la proliferazione è fondamentale per il recupero dell'epitelio dopo interruzione causata da vari insulti che portano all'infiammazione intestinale.

Pertanto, il tasso di proliferazione delle cellule epiteliali intestinali è molto importante per mantenere la funzione di barriera intestinale

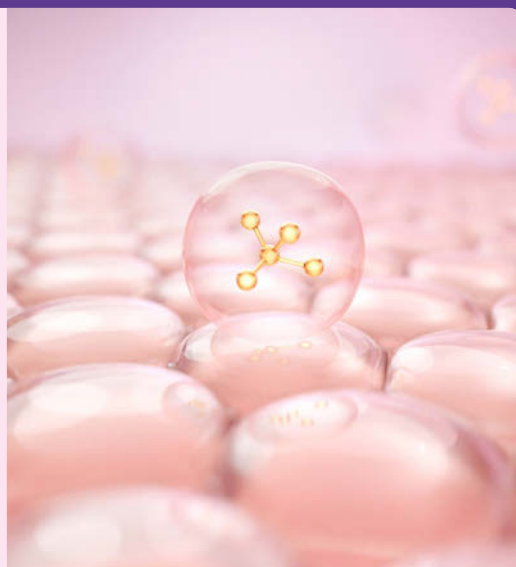
(Martínez-Augustín et al., 2014).

È stato scoperto che gli enterociti hanno un recettore (GPR93) che viene attivato da un peptide di carne, risultando nella stimolazione delle vie di segnalazione cellulare intracellulare associate alla proliferazione e differenziazione cellulare (Choi et al., 2007).

RIPARAZIONE CELLULARE

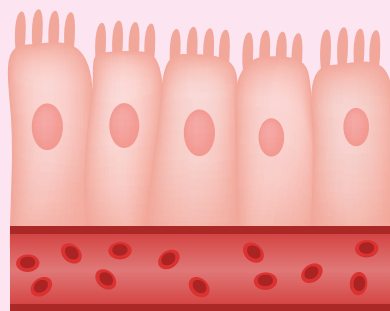
In cellule provenienti da due diverse regioni del tratto intestinale (cellule epiteliali intestinali e cellule del colon), testate in vitro, è stato dimostrato che i peptidi stimolano la proliferazione di entrambi i tipi di cellule (Fitzgerald et al., 2005).

Inoltre, la migrazione cellulare in cellule del colon "ferite" in vitro è stata significativamente aumentata, suggerendo un ruolo benefico del peptide nella riparazione dei danni intestinali. Il peptide si è dimostrato efficace anche in vivo, avendo un effetto protettivo in modelli animali di lesioni intestinali (Fitzgerald et al., 2005; Marchbank et al., 2009).

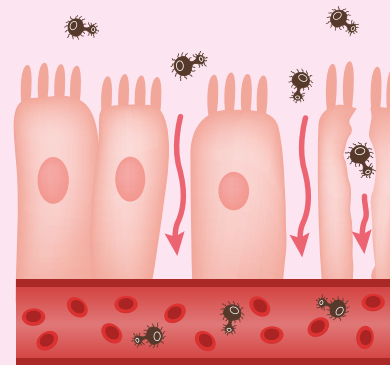


CELLULE EPITELIALI INTESTINALI

Le cellule epiteliali intestinali formano legami stretti (note come giunzioni strette) tra le cellule, che aiutano a mantenere la funzione di barriera e impediscono a sostanze potenzialmente dannose dall'ambiente di entrare nel corpo.



Le giunzioni strette normali servono a proteggere contro l'ingresso di sostanze dannose dall'ambiente nel corpo attraverso il flusso sanguigno.



Giunzioni strette traballanti, infiammate o danneggiate possono potenzialmente fallire nel prevenire l'ingresso di sostanze dannose nel corpo.

Molte diverse proteine sono coinvolte nella formazione e nella funzione delle giunzioni strette. Se le giunzioni strette diventano danneggiate (ad es. infezione batterica o infiammazione), la funzione della barriera intestinale può essere compromessa ("permeabile"), il che può causare problemi gastrointestinali e potenzialmente altri problemi di salute.

EFFETTI POSITIVI DEI PEPTIDI SULLE CELLULE EPITELIALI E SULLE GIUNZIONI STRETTE

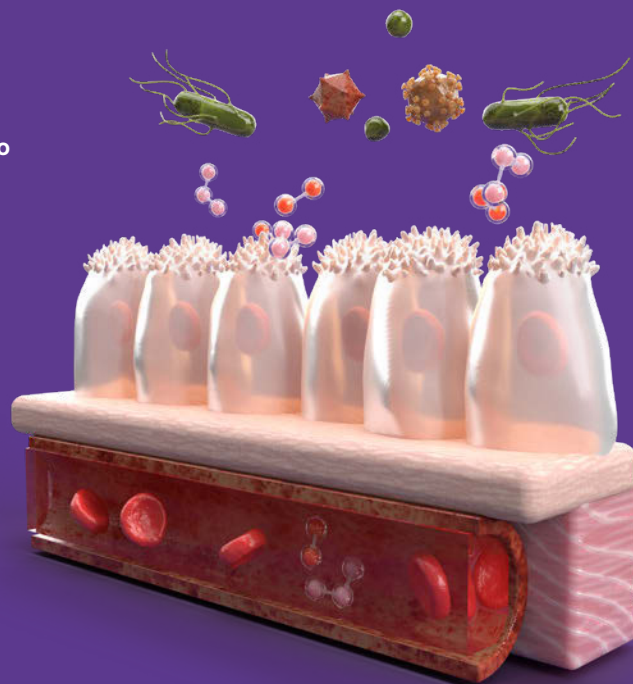
Diversi studi hanno dimostrato gli effetti benefici dei peptidi sulla funzione di barriera intestinale. Un **peptide derivato dal latte ha inibito il passaggio dell'ovalbumina attraverso la membrana delle cellule epiteliali intestinali umane** (cellules Caco-2) in vitro (Tanabe et al., 2006).

È stato successivamente dimostrato che l'effetto del peptide sulla **riduzione della permeabilità epiteliale (cioè l'aumento della funzione di barriera)** era associato all'aumento dell'espressione della proteina delle giunzioni strette occludina **indicando un effetto positivo di un peptide derivato dal cibo sulla funzione di barriera epiteliale** (Yasumatsu & Tanabe, 2010).

Utilizzando cellule Caco-2 stimolate con una citochina infiammatoria (fattore di necrosi tumorale- α , TNF- α), **i peptidi di collagene hanno dimostrato di ridurre la disfunzione della barriera associata all'infiammazione** impedendo la rottura delle proteine delle giunzioni strette ZO-1 e occludina (Chen et al., 2017).

Un **peptide derivato dal pollame ha dimostrato di aumentare i livelli di proteine delle giunzioni strette e di regolare negativamente l'espressione delle citochine infiammatorie per proteggere la barriera intestinale**, contribuendo ad alleviare la colite negli animali (Li et al., 2020).

Allo stesso modo, **altri peptidi animali hanno diminuito il punteggio dell'indice di attività della malattia (DAI) e i danni ai tessuti del colon in un modello animale di colite**. I meccanismi protettivi del peptide erano associati a una ridotta infiltrazione di linfociti, alla regolazione negativa delle citochine pro-infiammatorie (TNF- α , interleuchina-6) accoppiata a livelli aumentati di citochine anti-infiammatorie (fattore di trasformazione della crescita- β 1, interleuchina-10) e alla regolazione positiva dei geni antiossidanti (Wei et al., 2022).



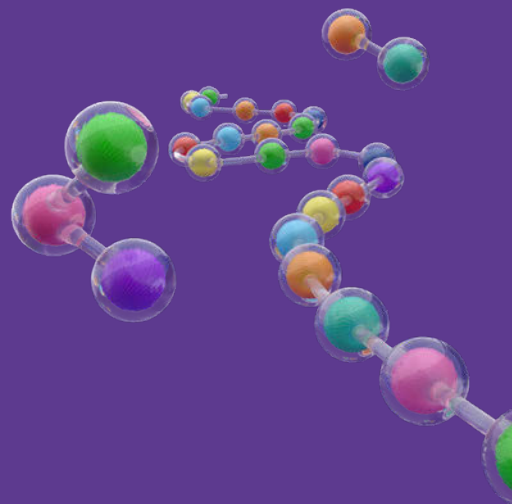
L'IMPORTANZA DEI PEPTIDI PER LA GESTIONE DELLE ALLERGIE ALIMENTARI

Un'allergia alimentare è una risposta immunitaria inappropriata a un cibo o a un ingrediente normale (ad es. una proteina nel cibo), che può causare segni gastrointestinali (ad es. diarrea, vomito) e/o dermatologici (ad es. pelle rossa pruriginosa) nei cani (Verlinden et al., 2006).

SCOMPOSIZIONE DELLE PROTEINE PER UN EFFETTO POSITIVO

La capacità di una proteina di indurre una risposta di ipersensibilità (allergica) mediata dal sistema immunitario dipende dalle dimensioni e dalla struttura della proteina.

Utilizzando l'idrolisi enzimatica controllata, le proteine possono essere parzialmente o estensivamente scomposte in peptidi più piccoli che possono essere troppo piccoli per essere rilevati dal sistema immunitario, il che significa che le proteine idrolizzate hanno un potenziale allergenico inferiore, rendendole quindi benefiche per i cani con un'allergia alle proteine alimentari intatte.



LE PROTEINE IDROLIZZATE AIUTANO A RIDURRE LE REAZIONI ALLERGICHE ALIMENTARI

Assicurarsi che **un idrolizzato non contenga peptidi superiori a 3 kDa o addirittura a 1 kDa** garantirebbe la massima probabilità di eliminare eventuali allergeni residui (Cave, 2006).

L'efficacia dell'idrolisi proteica come mezzo per aiutare a ridurre le reazioni allergiche alimentari è stata dimostrata in uno studio su 12 cani con reazioni cutanee avverse dopo il consumo di carne di pollame; quando alimentati con peptidi di pollame, **tutti tranne uno hanno mostrato una riduzione dei punteggi clinici** (Ricci et al., 2010).



COSA RENDE UNICA LA DIETA GASTROINTESTINALE CURA DIGESTIVA?

Lo sviluppo e la formulazione della ricetta Gastrointestinale cura digestiva si sono incentrati sul “Potere dei Peptidi” utilizzando la tecnologia Freshtrusion HDP più recente.

Freshtrusion HDP (Proteina Altamente Digeribile) è il processo unico di cottura di ingredienti freschi di carne e pesce in presenza di un enzima naturale, che digerisce (idrolizza) la proteina in una miscela di peptidi e amminoacidi liberi.



Questo aumenta la digeribilità e la biodisponibilità della proteina, migliora la palatabilità e riduce il potenziale allergenico della proteina attraverso ciò che ci piace definire come il Principio di Riccioli d'Oro:

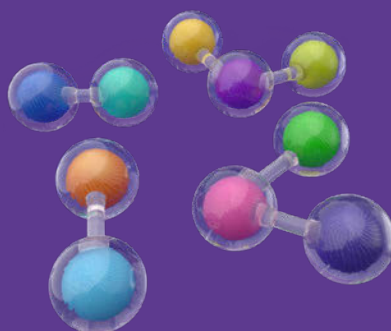
IL PRINCIPIO DI RICCIOLI D'ORO

Istintivamente, si potrebbe supporre che la proteina intatta sia la migliore per un cane da digerire poiché contiene tutti gli elementi nutrizionali insieme. Allo stesso modo, gli amminoacidi individuali, scomposti il più possibile, potrebbero essere considerati molto più facili da assorbire.

Tuttavia, è stato dimostrato in studi di ricerca che i tassi ideali di digeribilità e assorbimento si verificano nei peptidi a catena corta ($\leq 3\text{kDa}$). Ci piace riferirci a questo come al “principio di Riccioli d'Oro”.



PROTEINA INTACTA



DI E TRI-PEPTIDI



AMINOACIDI SINGOLI



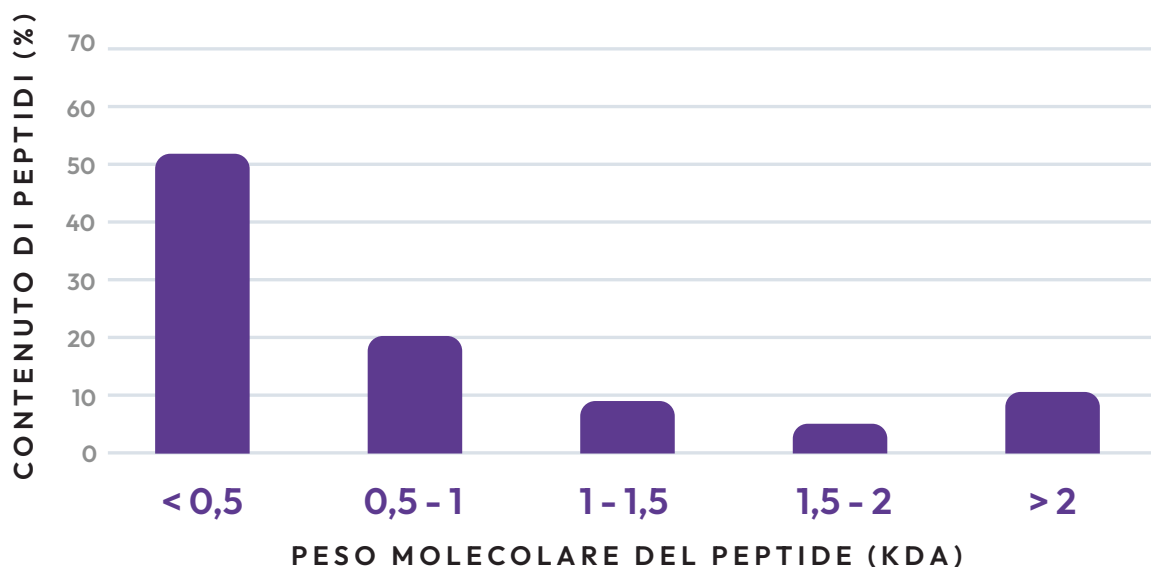
TROPPO GRANDI

GIUSTI

TROPPO PICCOLI



RICETTA GASTROINTESTINALE CURA DIGESTIVA: CONTENUTO DI PEPTIDI (%)



Almeno il 52% dei peptidi in questa ricetta sono < 0,5 kDa, con solo il 10% dei peptidi > 2 kDa.

Questi risultati mostrano che la maggior parte dei peptidi nel croccantino finito rientra nella categoria < 0,5 kDa, che include i dipeptidi e i tripeptidi altamente digeribili e nutrizionalmente benefici - raggiungendo il Principio di Riccioli d'Oro.

IL POTERE DEI PEPTIDI PER LA SALUTE DIGESTIVA

- ✓ Aumenta la digeribilità e la biodisponibilità della proteina
- ✓ Migliora la palatabilità della ricetta
- ✓ Garantisce un apporto ideale di mattoni amminoacidici per supportare il rinnovo delle cellule epiteliali intestinali
- ✓ Aiuta a mantenere una funzione di barriera intestinale efficace aumentando i livelli delle proteine delle giunzioni strette
- ✓ Riduce il potenziale allergenico della proteina per favorire una digestione sensibile

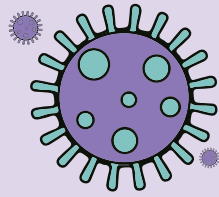
Oltre all'inclusione di proteine idrolizzate, la dieta Gastrointestinale cura digestiva include un postbiotico aggiunto che ha dimostrato di avere effetti benefici sulla salute digestiva e sulla funzione immunitaria nei cani.

POSTBIOTICI E SALUTE DIGESTIVA



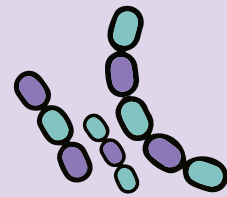
PREBIOTICI

Fibre alimentari che nutrono i batteri buoni



PROBIOTICI

Batteri benefici vivi che supportano la salute intestinale



POSTBIOTICI -

Metaboliti prodotti dai batteri buoni per supportare la salute digestiva

Cosa sono i postbiotici?

L'Associazione Scientifica Internazionale di Probiotici e Prebiotici (<https://isapscience.org>) definisce i postbiotici come "una preparazione di microrganismi inanimati e/o dei loro componenti che conferisce un beneficio per la salute dell'ospite".

I postbiotici possono essere prodotti da batteri o lieviti utilizzando input e processi di fermentazione precisi per creare metaboliti benefici.

TruPet™

I postbiotici TruPet™ utilizzati nella dieta Gastrointestinale cura digestiva includono cellule di lievito residue, frammenti di parete cellulare del lievito e metaboliti di fermentazione benefici prodotti durante la fermentazione precisa di materiale specifico da parte del lievito, *Saccharomyces cerevisiae*.

I metaboliti e i composti bioattivi presenti nei postbiotici includono aminoacidi, vitamine, SCFA, nucleotidi e altro. Uno studio di ricerca condotto sui cani ha dimostrato i seguenti effetti benefici

sulla salute digestiva e sulla funzione immunitaria nei cani (Lin et al., 2019).

C'è stato un cambiamento benefico nel microbiota dei cani che hanno ricevuto TruPet™ rispetto al gruppo di controllo, con un aumento dell'abbondanza di *Bifidobacterium*, che è associato a un intestino sano in termini di riduzione dei batteri patogeni e miglioramento della funzione immunitaria (Araya-Kojima et al., 1995).

Le cellule immunitarie dei cani integrati con postbiotici hanno mostrato un aumentato potenziale di sorveglianza patologica basato su una maggiore proporzione di cellule B e monociti che esprimevano molecole di classe II MHC sulla loro superficie cellulare (Lin et al., 2019), che è importante per il riconoscimento degli invasori estranei e l'inizio di risposte immunitarie adattative efficaci.

Le molecole di classe II MHC sono necessarie per presentare antigeni e stimolare le cellule T helper per innescare una risposta immunitaria appropriata. Le cellule T helper sembravano pronte a reagire alle minacce poiché le popolazioni di cellule T helper secernenti interferone- γ (IFN- γ) e cellule T citotossiche secernenti IFN- γ aumentavano in risposta agli

stimoli immunitari dei cani integrati con TruPet™ rispetto al controllo.

Effetto anti-infiammatorio

Sebbene il trattamento postbiotico abbia aumentato la potenziale reattività del sistema immunitario per montare una risposta a un microrganismo invasore, il fatto che la produzione della citochina infiammatoria TNF- α dopo stimolazione in vitro con diversi attivatori di linfociti sia stata ridotta nei cani integrati con TruPet™ suggerisce un potenziale effetto anti-infiammatorio del postbiotico.

Riduzione dell'odore delle feci

L'integrazione con il postbiotico TruPet™ ha anche portato a una riduzione dei composti che contribuiscono all'odore fecale e che possono anche essere dannosi per la salute intestinale - le concentrazioni di fenolo fecale e fenolo totale + indolo fecale sono state ridotte (Lin et al., 2019).

QUALI SONO I RISULTATI?

In uno studio con l'Università di Ghent abbiamo mirato a testare e valutare la digeribilità apparente della dieta Gastrointestinale cura digestiva attraverso una prova di digeribilità in vivo su 8 cani.

Sono stati calcolati gli apporti giornalieri di macronutrienti e le escrezioni fecali e la digeribilità apparente di tali nutrienti. Tutti i cani hanno consumato completamente la loro porzione dietetica.

In base alle linee guida nutrizionali FEDIAF, solo una digeribilità $\geq 80\%$ può essere considerata normale.

La digeribilità proteica media della dieta Gastrointestinale cura digestiva è stata del 95%, che può essere considerata una digeribilità proteica elevata.

L'Università di Ghent ha concluso che la digeribilità proteica è "eccellente" e che la dieta soddisfa gli standard di qualità per la digeribilità.

RIFERIMENTI

- Araya-Kojima, T., Yaeshima, T., Ishibashi, N., Shimamura, S., & Hayasawa, H. (1995). Inhibitory effects of *Bifidobacterium longum* BB536 on harmful intestinal bacteria. *Bifidobacteria and Microflora*, 14(2), 59–66.
- Camilleri, M., Lyle, B.J., Madsen, K.L., Sonnenburg, J., Verbeke, K., & Wu, G.D. (2019). Role for diet in normal gut barrier function: Developing guidance within the framework of food-labelling regulations. *American Journal of Physiology—Gastrointestinal and Liver Physiology*, 317(1), G17–G39.
- Cave, N.J. (2006). Hydrolysed protein diets for dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 36(6), 1251–1268.
- Chelakkot, C., Ghim, J., & Ryu, S.H. (2018). Mechanisms regulating intestinal barrier integrity and its pathological implications. *Experimental & Molecular Medicine*, 50(8), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s12276-018-0126-x>
- Chen, Q., Chen, O., Martins, I.M., Hou, H., Zhao, X., Blumberg, J.B., & Li, B. (2017). Collagen peptides ameliorate intestinal epithelial barrier dysfunction in immunostimulatory Caco-2 cell monolayers via enhancing tight junctions. *Food & Function*, 8(3), 1144–1151.
- Choi, S., Lee, M., Shiu, A.L., Yo, S.J., & Aponte, G.W. (2007). Identification of a protein hydrolysate-responsive G protein-coupled receptor in enterocytes. *American Journal of Physiology—Gastrointestinal and Liver Physiology*, 292(1), G98–G112.
- Diether, N.E., & Willing, B.P. (2019). Microbial fermentation of dietary protein: An important factor in diet–microbe–host interaction. *Microorganisms*, 7(1), Article 19. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7010019>
- Fei, Y.J., Kanai, Y., Nussberger, S., Ganapathy, V., Leibach, F.H., Romero, M.F., Singh, S.K., Boron, W.F., & Hediger, M.A. (1994). Expression cloning of a mammalian proton-coupled oligopeptide transporter. *Nature*, 368(6471), 563–566.
- Fitzgerald, A.J., Rai, P.S., Marchbank, T., Taylor, G.W., Ghosh, S., Ritz, B.W., & Playford, R.J. (2005). Reparative properties of a commercial fish protein hydrolysate preparation. *Gut*, 54(6), 775–781.
- Goodman, B.E. (2010). Insights into digestion and absorption of major nutrients in humans. *Advances in Physiology Education*, 34(2), 44–53.
- Hanaoka, K., Kawakami, K., Watanabe, H., & Kato, T. (2019). Characterisation of proteins and peptides molecular weight during the manufacturing of pet food palatants. Retrieved from <https://www.diana-petfood.com/emea-en/publications/>
- Li, S., Ma, B., Wang, J., Peng, H., Zheng, M., Dai, W., & Liu, J. (2020). Novel pentapeptide derived from chicken by-product ameliorates DSS-induced colitis by enhancing intestinal barrier function via AhR-induced Src inactivation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(48), 14192–14203.
- Lin, C.-Y., Alexander, C., Steelman, A.J., Warzecha, C.M., de Godoy, M.R.C., & Swanson, K.S. (2019). Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on faecal characteristics, nutrient digestibility, faecal fermentative end-products, faecal microbial populations, immune function and diet palatability in adult dogs. *Journal of Animal Science*, 97(4), 1586–1599.
- Maebuchi, M., Samoto, M., Kohno, M., Ito, R., Koikeda, T., Hirotsuka, M., & Nakano, Y. (2007). Improvement in the intestinal absorption of soy protein by enzymatic digestion to oligopeptide in healthy adult men. *Food Science and Technology Research*, 13(1), 45–53.
- Marchbank, T., Elia, G., & Playford, R.J. (2009). Intestinal protective effect of a commercial fish protein hydrolysate preparation. *Regulatory Peptides*, 155(1–3), 105–109.
- Martínez-Augustin, O., Rivero-Gutiérrez, B., Mascaraque, C., & Sánchez de Medina, F. (2014). Food-derived bioactive peptides and intestinal barrier function. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(12), 22857–22873. <https://doi.org/10.3390/ijms15122857>
- Park, J., Kotani, T., Konno, T., Setiawan, J., Kitamura, Y., Imada, S., Usui, Y., Hatano, N., Shinohara, M., Saito, Y., Murata, Y., & Matozaki, T. (2016). Promotion of intestinal epithelial cell turnover by commensal bacteria: Role of short-chain fatty acids. *PLoS ONE*, 11(5), e0156334.
- Ricci, R., Hammerberg, B., Paps, J., Contiero, B., & Jackson, H. (2010). A comparison of the clinical manifestations of feeding whole and hydrolysed chicken to dogs with hypersensitivity to the native protein. *Veterinary Dermatology*, 21(4), 358–366.
- Sekirov, I., Russell, S.L., Antunes, L.C.M., & Finlay, B.B. (2010). Gut microbiota in health and disease. *Physiological Reviews*, 90(3), 859–904. <https://doi.org/10.1152/physrev.00045.2009>
- Tanabe, S., Isobe, N., Miyauchi, E., Kobayashi, S., Suzuki, M., & Oda, M. (2006). Identification of a peptide in the enzymatic hydrolysate of cheese that inhibits ovalbumin permeation in Caco-2 cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), 6904–6908.
- Verlinden, A., Hesta, M., Millet, S., & Janssens, G.P.J. (2006). Food allergy in dogs and cats: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(3), 259–273.
- Wei, J., Tao, G., Xu, B., Wang, K., Liu, J., Chen, C.-H., Dunn, J.C.-Y., Currie, C., Framroze, B., & Sylvester, K.G. (2022). Soluble protein hydrolysate ameliorates gastrointestinal inflammation and injury in 2,4,6-trinitrobenzene sulfonic acid-induced colitis in mice. *Biomolecules*, 12(9), Article 1287. <https://doi.org/10.3390/biom12091287>
- Williams, J.M., Duckworth, C.A., Burkitt, M.D., Watson, A.J.M., Campbell, B.J., & Pritchard, D.M. (2015). Epithelial cell shedding and barrier function: A matter of life and death at the small intestinal villus tip. *Veterinary Pathology*, 52(3), 445–455.
- Yang, B., Lv, Y., Chen, Y., Wang, J., Tang, W., & Guo, S. (2008). Inhibitory action of soybean β -conglycinin hydrolysates on Salmonella typhimurium translocation in Caco-2 epithelial cell monolayers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 7522–7527.
- Yasumatsu, H., & Tanabe, S. (2010). The casein peptide Asn-Pro-Trp-Asp-Gln enforces the intestinal tight junction partly by increasing occludin expression in Caco-2 cells. *British Journal of Nutrition*, 104(7), 951–956.
- Zhao, X.-T., McCamish, M.A., Miller, R.H., Wang, L., & Lin, H.C. (1997). Intestinal transit and absorption of soy protein in dogs depend on load and degree of hydrolysis. *Journal of Nutrition*, 127(12), 2350–2356.
- Choi, S., Lee, M., Shiu, A.L., Yo, S.J., & Aponte, G.W. (2007). Identification of a protein hydrolysate-responsive G protein-coupled receptor in enterocytes. *American Journal of Physiology—Gastrointestinal and Liver Physiology*, 292(1), G98–G112.

