



KEYWORDS

Milk, lactoferrin, lactose, casein, serum albumin

Il latte: un alimento funzionale

Il latte è un nutriente fondamentale nella vita dell'uomo sin dalle prime ore di vita, l'etimologia stessa della parola rimanda al vocabolo latino lac ed al corrispondente greco γάλα [gàla], che si ricollega alla più antica radice glu, gla, gal, gar, che indica onomatopoeicamente la deglutizione del neonato durante la suzione.

Il latte materno è secreto dalla ghiandola mammaria presente nel seno dei mammiferi, allo scopo di fornire nutrienti essenziali e composti bioattivi a supporto della crescita e dello sviluppo immunitario durante l'infanzia (Lyons, 2020).

Affinché sia possibile l'allattamento, la ghiandola mammaria deve subire una serie di cambiamenti anatomici e fisiologici: durante la gravidanza, infatti, si ramifica e si espande, aumenta la superficie epiteliale, i lobuli ingrossano, mentre l'aumentato livello di estrogeni stimola la ghiandola pituitaria, che innalza i livelli di prolattina, permettendo la sintesi delle proteine del latte e del lattosio (Hartmann, 1996) (Lyons, 2020).

Giunti alla ventesima settimana si avrà un completo sviluppo di una rete di secrezione latte, che verrà attivata solo dopo il parto. (Ballard, 2013) (Kramer, 2003) (Ladomenou, 2010).

Negli ultimi anni vi è una crescente enfasi sulla promozione dell'allattamento al seno: l'Organizzazione Mondiale della Sanità raccomanda alle madri di tutto il mondo di allattare i bambini per i primi sei mesi di vita affinché il neonato raggiunga una crescita, uno sviluppo e una salute ottimali (Kramer M. S., 2012). Importante ricordare che il latte materno è un fluido biologico dinamico, che cambia composizione durante l'allattamento al fine di soddisfare le esigenze del bambino in crescita (Kulski, 1981).

La composizione in macro e micronutrienti è strettamente correlata al mammifero, all'età, allo stato alimentare e alla fase di lattazione.

Circa la fase di lattazione ricordiamo il ruolo del colostro: il fluido biologico bianco-giallastro prodotto post-parto, che si convertirà gradualmente in latte maturo.

Questa secrezione è di fondamentale importanza per la sopravvivenza della prole dei mammiferi (Langer, 2009). (Kehoe, 2007) ha analizzato la composizione di colostro umano, bovino e caprino evidenziando la presenza di oltre novanta sostanze biologicamente attive, tra cui:

- fattori antimicrobici, che forniscono immunità passiva e proteggono il neonato dalle infezioni
- peptidi immunostimolanti, che promuovono la maturazione del sistema immunitario e stimolano la proliferazione di un microbiota intestinale sano, ricco di Bifido-batteri e Lattobacilli (Wheeler, 2007) (Stelwagen, 2009)
- fattori di crescita, che svolgono un importante ruolo nello sviluppo, maturazione e riparazione dei diversi tessuti (Playford, 2001)

Dal punto di vista alimentare commerciale il latte è:

"il prodotto ottenuto dalla mungitura regolare, ininterrotta e completa, di animali in buono stato di salute e nutrizione" (R.D. 9/5/29 n. 994).

In commercio sono presenti diverse categorie di latte, tra cui ricordiamo:

- Latte fresco pastorizzato: conservabile fino a sei giorni a temperatura di 4-6 °C.
- Latte sterilizzato UHT (Ultra high Temperature): conservabile a temperatura ambiente per almeno tre mesi.
- Latte delattosato: a basso contenuto di lattosio, garantisce la digeribilità da parte di individui intolleranti a questo disaccaride, garantendone una quantità inferiore allo 0,1%/100 ml latte.
- Soluzioni di latte sottoposto a disidratazione come latte concentrato e latte in polvere.



Antea Ferro

Laureanda in Scienze dell'alimentazione e gastronomia.
Diploma Nazionale di Personal trainer,
Alimentazione ed integrazione sportiva, Istruttore di
fitness e bodybuilding di II livello Nonsolofitness.
ferroantea@gmail.com

Nonostante l'ampia offerta in termini commerciali, vi sono pareri discordanti circa il consumo di latte in età adulta. Le Linee Guida Alimentazione CREA (Sibilla Berni Canani, 2018) raccomandano:

"il consumo di latte e yogurt dev'essere quotidiano, preferendo quelli a ridotto contenuto di grassi".

MACRONUTRIENTI

Dal punto di vista nutrizionale il latte si presenta come un alimento particolarmente ricco in nutrienti, a bassa densità energetica e ad alta digeribilità (eccetto intolleranze). L'apporto calorico è variabile in base al livello di scrematura (da 35-65 Kcal/100 g). Le calorie provengono principalmente dalla frazione lipidica, con predominanza quantitativa di trigliceridi, ed in minima parte mono e digliceridi, acidi grassi liberi, colesterolo e fosfolipidi. La frazione proteica è costituita da proteine ad alto valore biologico (> 90):

- Caseine (80%), si distinguono in alfa (α), beta (β), e k caseine
- Sieroproteine (18%) di cui fanno parte alfa lattalbumina, beta lattoglobulina, immunoglobuline, sieralbumine e lattoferrina

Le proteine derivate dal siero del latte presentano un'elevata concentrazione di aminoacidi a catena ramificata (26%) superiore a qualsiasi altra proteina alimentare. Gli aminoacidi a catena ramificata svolgono un ruolo fondamentale in molte funzioni metaboliche, inclusa la sintesi muscolare (Kuhn, 1949). Il lattosio rappresenta il principale carboidrato del latte dei mammiferi, e pochissime altre fonti di questo carboidrato sono presenti in natura (la sua rilevazione nei vegetali è dibattuta) (Lucey, 2017) (Brüssow, 2013). Il latte umano contiene circa 70 g/L di lattosio, il quale fornisce dal 30-40% delle calorie al neonato (Schaafsma, 2008), mentre il latte bovino contiene circa 46 g/L di lattosio.

Porzione standard (ml)	Frequenza di consumo giornaliera latte e yogurt
125	2 - 3

TABELLA 1 - LINEE GUIDA CREA PER IL CONSUMO DI LATTE E LATTICINI (SIBILLA BERNI CANANI, 2018)

Latte	Lattosio
Donna	6,8 - 7,0
Vacca	4,8 - 5,1
Pecora	4,6 - 4,8
Capra	4,1 - 4,6
Bufala	4,7 - 4,8

TABELLA 2 - CONTENUTO DI LATTOSIO NEL LATTE DELLE DIFFERENTI SPECIE (SIBILLA BERNI CANANI, 2018)

INTOLLERANZA AL LATTOSIO

Il lattosio per poter essere digerito necessita scissione, dall'enzima idrolitico lattasi (lactase-phylozoin hydrolase LPH), in due monosaccaridi, glucosio e galattosio, che vengono poi assorbiti dagli enterociti e rilasciati nel flusso ematico, dal quale verranno poi prelevati dalle cellule che li utilizzeranno come fonte energetica e come componente di glicolipidi e glicoproteine.

Il gene che codifica per LPH è situato sul cromosoma 2q21 (Kruse, 1988) ed è controllato da una regione del promotore di circa 14.000 bp a monte del codone di inizio della traduzione del gene della lattasi (LCT).

Ad oggi i fattori responsabili della regolazione dell'enzima lattasi non sono stati completamente definiti, ma si suppone potrebbero coinvolgere la metilazione epigenetica del DNA (Labrie, 2016)(Oh, 2017).

L'assenza dell'enzima lattasi comporta l'impossibilità di digerire questo disaccaride che resta, quindi, nel lume intestinale. La permanenza del lattosio nel lume intestinale ne causa la fermentazione da parte dei microrganismi intestinali, con produzione di idrogeno, anidride carbonica, e gas metano, e causerà inoltre, per effetto osmotico, il passaggio di acqua nel lume intestinale ed aumentando la motilità. Tale disturbo è denominato intolleranza al lattosio

ed è comunemente associato a disturbi tra cui: alitosi, diarrea, dolori addominali e gonfiore. È necessario tener conto che l'enzima lattasi può manifestare malfunzionamenti per ragioni genetiche (intolleranza primaria) oppure si può inattivare se non stimolato per lungo tempo (intolleranza secondaria). Per ripristinare la funzionalità della lattasi le Linee CREA consigliano quindi l'assunzione di piccole quantità giornaliere di latte o yogurt accompagnate ad altri cibi; la maggior parte di coloro che hanno problemi di digestione del lattosio può sopportare senza problemi 12 g di lattosio/die (tazza da latte) ripartita in due momenti distinti della giornata. Se si dovesse verificare difficoltà digestiva in queste dosi, una soluzione potrebbe essere l'uso di prodotti delattosati o il consumo di formaggi a lunga stagionatura (minimo 24 mesi) in quanto il lattosio risulta digerito durante il processo di fermentazione e stagionatura. Adottando queste strategie è quindi possibile non escludere i prodotti lattiero-caseari dall'alimentazione.

La diagnosi dell'intolleranza al lattosio deve essere fatta necessariamente su base clinica: il "lactose breath hydrogen test" è attualmente considerato il gold standard per diagnosticare soggetti con sospetto malassorbimento.

Il test consiste in un metodo non invasivo, che si basa su un aumento



anomalo dell'escrezione di idrogeno nel respiro dopo la somministrazione di una dose orale di lattosio compresa tra i 20-50 g (Houben, 2015).

Studi epidemiologici hanno stabilito che mentre circa 2/3 della popolazione umana riduce l'LPH al 10% rispetto ai livelli neonatali, circa 1/3 conserva la capacità di continuare a digerire il lattosio fino all'età adulta. Le persone con questa capacità dominante sono dette lattasi persistenti (LP) mentre quelle con la forma recessiva sono lattasi non persistenti (LNP).

Vi è una distribuzione geografica eterogenea delle popolazioni LP e LNP. Sebbene siano state considerate diverse ipotesi per spiegare tale distribuzione, quella attualmente prevalente è l'ipotesi gene/cultura/coevoluzione (Gerbault, 2009). Ciò suggerisce che le popolazioni che in passato consumavano abitualmente latte, migrarono in diverse regioni geografiche del mondo; l'aumento delle migrazioni successivamente, durante e dopo la scoperta di nuovi mondi, ha poi contribuito a rimodellare le distribuzioni mondiali delle popolazioni LP/LNP. Questa alterazione migratoria delle distribuzioni è in continua evoluzione ancora oggi, come si può dedurre da una recente pubblicazione della divisione LP/LNP di circa 86 paesi (Storhaug, 2010). L'intolleranza al lattosio, tuttavia, non dipende solo dall'espressione della lattasi ma anche dalla dose di lattosio assunta, dalla salute della flora intestinale e dalla motilità e sensibilità gastrointestinale.

La strategia di escludere dalla dieta prodotti contenenti lattosio si rivelerà efficace solo se i sintomi sono legati esclusivamente ai prodotti lattiero-caseari; tuttavia, l'intolleranza al lattosio può far parte di una più ampia intolleranza agli oligosaccaridi, disaccaridi, monosaccaridi e polioli fermentescibili ad assorbimento variabile (FODMAP). Questo disturbo è presente in almeno la metà dei

pazienti con sindrome dell'intestino irritabile (IBS), questa categoria di soggetti richiede non solo restrizione nell'assunzione di lattosio ma anche una dieta a basso contenuto di FODMAP per migliorare i disturbi gastrointestinali (Deng Y, 2015).

MACRONUTRIENTI

Il contenuto vitaminico varia in base alla dieta dell'animale; nel latte crudo sono presenti vitamine liposolubili associate ai globuli di grasso: A e D, e vitamine idrosolubili disciolte nel siero: B1, B2, B5, e vitamina C, queste subiscono processi di degradazione successivamente alla mungitura e pastorizzazione. La frazione minerale vede preponderante la presenza di calcio, sia in forma organica, legato alle proteine, sia in forma inorganica, come citrato o fosfato di calcio. Vi è inoltre la presenza di fosforo, magnesio, potassio, zinco, selenio, cromo e ferro, anche se in forma scarsamente biodisponibile, in quanto si presenta legato alla lattoferrina.

IL LATTE COME ALIMENTO FUNZIONALE: I PEPTIDI BIOATTIVI DEL LATTE

Un alimento si definisce funzionale quando, oltre all'apporto nutrizionale, fornisce al consumatore ulteriori benefici in termini di salute (Topolska, 2015). Questi prodotti hanno l'aspetto di un alimento tradizionale (non pillole, integratori, ecc.) (Badu-Gyan, 2017), ma forniscono benefici fisiologici, come il rafforzamento delle difese immunitarie, e possono ridurre il rischio di malattie non trasmissibili, come problemi cardiovascolari, osteoporosi, obesità e cancro (alcuni tipi) e potrebbero inoltre agire migliorando la memoria e la condizione fisica (Teratanavat, 2006) (Roosen, 2008) (Markosyan, 2009) (Kraus, 2015) (Salleh, 2015) (Bekoglu, 2016) (Topolska K. R.-F., 2018) (Topolska K. B.-F., 2020).

Il latte è considerato un alimento funzionale, in quanto i suoi componenti bioattivi influiscono sui processi biologici, sui substrati ed hanno quindi un impatto sulla funzione o condizione del corpo e, in definitiva, sulla salute. Mentre alcuni componenti bioattivi sono prodotti e secreti dall'epitelio mammario, altri sono prodotti da cellule trasportate nel latte stesso (Garofalo, 2010), inoltre, la secrezione del globulo di grasso del latte da parte dell'epitelio mammario porta con sé una raccolta diversificata di proteine e lipidi con funzione bioattiva legati alla membrana nel latte stesso (Cavaletto, 2004).

Il latte contiene, quindi, da centinaia a migliaia di molecole bioattive distinte che proteggono da infezioni e infiammazioni e contribuiscono alla maturazione immunitaria, allo sviluppo degli organi e alla colonizzazione microbica sana. Alcune di queste molecole (ad esempio la lattoferrina) sono oggetto di studio come nuovi agenti terapeutici. Importante ricordare che il latte cambia la propria composizione dal colostro alla lattazione tardiva, all'interno dei mangimi, per età gestazionale e momento del parto (Ballard, 2013).

Le fonti primarie di peptidi bioattivi sono le proteine del latte. Tali peptidi sono sequenze di amminoacidi e possono essere rilasciate mediante fermentazione in vivo di latte con uno starter proteolitico (batteri lattici) o per idrolisi enzimatica durante la digestione nel tratto gastrointestinale. (Mohanty, 2016) (Gobbetti, 2002). Alcuni dei peptidi bioattivi trovati nel latte bovino o sintetizzati de novo hanno dimostrato di influenzare il sistema cardiovascolare, neurologico, digestivo, endocrino e immunitario, hanno inoltre proprietà funzionali come antimicrobico, antitrombotico, antiipertensivo, anti-aterogeno, attività antiossidante, immunomodulante ed antipertensivo (Korhonen, 2009) (Lucey, 2017) (Ricci-Cabello, 2012) (Barbe, 2014).



PEPTIDI DEL LATTE

Il latte e i prodotti lattiero-caseari possiedono un potenziale antiossidante che potrebbe essere dovuto alla presenza di aminoacidi contenenti zolfo, ad esempio metionina e cisteina, vitamine A ed E, carotenoidi ed enzimi antiossidanti (superossido dismutasi, catalasi e glutatione perossidasi) (Usta, 2013).

Il latte comprende componenti che forniscono ai neonati e agli adulti nutrienti essenziali, difese immunologiche e sostanze biologicamente attive. In generale, α -Lattoalbumina, β -lattoglobulina, immunoglobuline, frazioni proteasi-peptidiche, caseine, lattoferrina e piccole frazioni di proteine del siero di latte come albumina sierica e transferrina sono le principali frazioni all'interno del latte bovino. I peptidi bioattivi possono essere prodotti in vivo attraverso processi gastrointestinali ed a volte, a causa delle loro proprietà simili agli ormoni, la loro liberazione influenza varie reazioni fisiologiche. Questi peptidi possono inoltre essere formati in vitro mediante idrolisi enzimatica, codificati in sequenze di precursori proteici nativi. I peptidi vengono purificati mediante diverse tecniche di separazione dagli idrolizzati proteici e ne viene quindi valutata la bioattività.

Esistono prove sostanziali che diversi peptidi bioattivi svolgono un ruolo multifunzionale, spesso condividendo caratteristiche strutturali simili incentrate su un ruolo biospecifico. Questi peptidi influenzano direttamente diversi processi biodinamici che evocano reazioni gastrointestinali, immunologiche, comportamentali, nutrizionali e ormonali. La Figura 1 illustra le diverse classi di peptidi bioattivi derivati dal latte e i loro ruoli fisiologici nella salute umana. Sono già state sviluppate numerose applicazioni di peptidi bioattivi nella preparazione di alimenti funzionali, ad esempio, i fosfopeptidi estratti dalle frazioni di caseina sono comunemente usati come integratori sia dietetici che medicinali. L'aggiunta di peptidi bioattivi ai prodotti alimentari può potenzialmente migliorare la salute dei consumatori grazie alle loro proprietà antimicrobiche. Infine, i peptidi bioattivi possono funzionare come prodotti per la salute e fornire valore terapeutico per il controllo delle infezioni o per la prevenzione delle malattie.

AZIONE ANTIMICROBICA

L'attività antimicrobica complessiva nel latte è maggiore di quanto ci si aspetterebbe dalla quantità dei vari

apporti di immunoglobuline e proteine non immunoglobuline. Ciò è molto probabilmente dovuto, almeno in parte, alla loro sinergia. Oltre ai precursori proteici inattivi, un ulteriore fattore che contribuisce potrebbe essere la presenza di peptidi battericidi naturali, che hanno azione inibitoria contro vari ceppi batterici Gram-positivi e Gram-negativi, come ad esempio *E. coli*, *Aeromonas hydrophila*, *S. typhi*, *S. enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* (Mohanty D. S., 2017)

LA LATTOFERRINA

Tra i più potenti peptidi con attività antimicrobica ad ampio spettro ricordiamo la lattoferrina: una glicoproteina legante il ferro di 80 kDa appartenente alla famiglia della transferrina (Liu, 2013). La lattoferrina fu isolata per la prima volta nel 1939 dal latte di mucca (Sorensen, 1940) e nel 1960 si dimostrò essere la principale proteina legante il ferro nel latte umano (Groves, 1960). La lattoferrina si trova anche nelle secrezioni mucose come lacrime, saliva, muco vaginale, plasma seminale, secrezioni nasali e bronchiali, bile, fluidi gastrointestinali e urine (Levay, 1995), è inoltre presente nel plasma in concentrazioni relativamente basse, dove è prevalentemente derivata dai neutrofilii (Iyer, 1993). Il ruolo della lattoferrina bovina (bLf) è implicata in numerose e varie funzioni biologiche. È stato infatti dimostrato che la lattoferrina è coinvolta in diverse azioni fisiologiche e protettive, tra le quali alcune delle più studiate fino ad oggi sono le attività antiossidante, antitumorale, antinfiammatoria e antimicrobica (Lønnerdal, 1995) (Tsuda, 2002) (Lønnerdal B., 2009) (Vorland, 1999) (Mayeur, 2016) (Zhang, 2014) (Kruzel, 2017) (Kell, 2020). Molte di queste proprietà funzionali dipendono fortemente dall'integrità strutturale della proteina (Wang, 2019), è quindi essenziale preservare la composizione della lattoferrina affinché questa

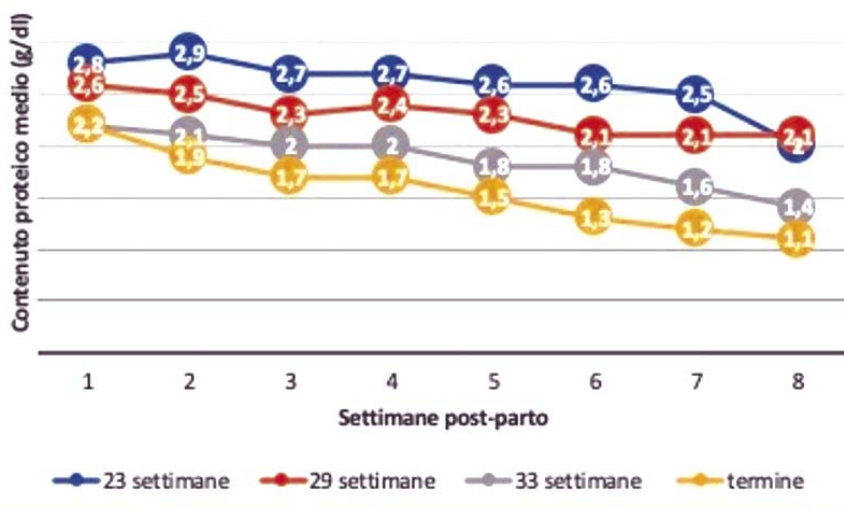


FIGURA 1: CONCENTRAZIONI DI PROTEINE DEL LATTE, CONFRONTANDO IL LATTE DI MADRI CHE HANNO PARTORITO PRETERMINE E A TERMINE, PER ETÀ GESTAZIONALE AL MOMENTO DEL PARTO E SETTIMANE DOPO IL PARTO. RIPRODOTTO DA: (BAUER, 2011)

possa legarsi ai recettori a livello della mucosa intestinale e nelle cellule del tessuto linfatico dell'intestino per adempiere alla sua funzione di induzione dello sviluppo degli enterociti in modo dose-dipendente (Jiang, 2011) (Yao, 2015) (Buccigrossi, 2007). È interessante a questo proposito notare che all'inizio della vita il lume intestinale del bambino allattato al seno o alimentato con latte artificiale fortificato con bLf avrà una degradazione proteolitica della lattoferrina molto limitata ed un'alta proliferazione cellulare (Lönnerdal B., Bioactive proteins in human milk: health, nutrition, and implications for infant formulas., 2016), che permetterà il miglioramento dell'assorbimento del ferro e dei nutrienti. Successivamente, man mano che il bambino cresce, la digestione delle proteine diventerà più efficiente e la concentrazione di lattoferrina sarà più bassa. La degradazione proteica ha diversi aspetti positivi, in quanto alcuni peptidi prodotti dalla digestione della bLf, come la lattoferrina, peptide 25 residui amminoacidici (Sahin, 2008), e la lattoferrampina, peptide 20 residui amminoacidici (van der Kraan, 2005), grazie alla loro idrofobicità e carica cationica (Flores-Villaseñor, 2010) (Wakabayashi, 1992) (Gifford, 2005) possiedono attività antimicrobica da cento a mille volte superiore rispetto alla proteina natia (Vorland L. H., 1998). Hanno inoltre funzione antitumorale (Vorland L. H., 2002) (YF Chen, 2014) (Jiang R. &, 2017) e antinfiammatoria (Yan, 2013). La lattoferrampina in particolare mostra una potente proprietà antimicrobica contro batteri, virus, lieviti e parassiti (Flores-Villaseñor, 2010) (Wang, 2019). Infine, è stato riportato che la lattoferrina, incorporata negli integratori alimentari, potrebbe fornire benefici per la salute e ridurre il rischio di malattie croniche (Marcone, 2017). Sono necessari ulteriori studi per identificare tutte le attività biologiche di questi peptidi bioattivi

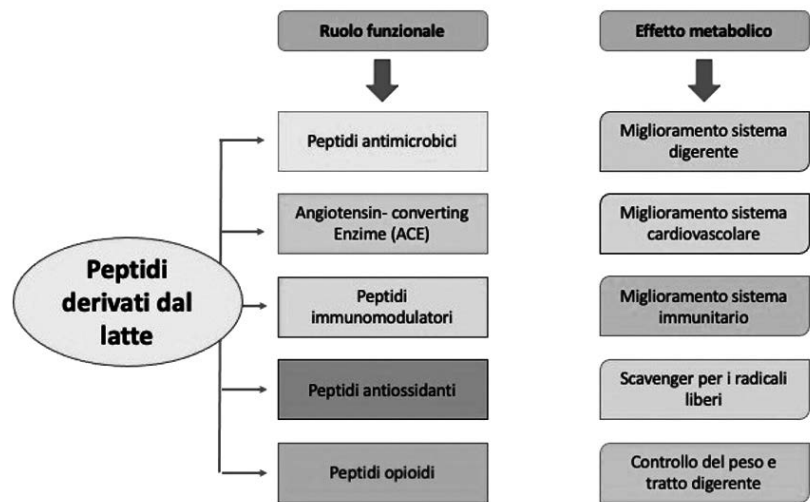


FIGURA 2: DIVERSI PEPTIDI BIOATTIVI DERIVATI DAL LATTE NEL METABOLISMO UMANO. TRADOTTO DA (PUNIA, 2020)

derivati dalla digestione di bLf e ciò è essenziale per ottimizzare il loro utilizzo per la salute e il benessere dell'uomo.

In conclusione, la lattoferrina può definirsi una proteina designata dalla selezione naturale per essere una prima linea di difesa nei mammiferi. Questa proteina gioca un ruolo chiave dell'immunità naturale, mostra molti tipi di attività biologiche e aiuta a difendere l'organismo dagli agenti esterni e da aggressioni sia di origine infettiva che non infettiva. Questa sostanza pleiotropica accompagna e difende l'individuo, dalla nascita alla vecchiaia, è sicura ed è considerata dalla Food and Drug degli Stati Uniti come prodotto GRAS (Generally Recognised as Safe) senza controindicazioni in pazienti di tutte le età. Inoltre, rappresenta un prodotto nutraceutico ideale, a basso costo, e in possibile associazione con integratori o probiotici.

AZIONE ANTIIPERTENSIVA

Una dieta ricca di latticini a basso contenuto di grassi è stata associata ad effetti antipertensivi in pazienti al primo stadio di ipertensione (Conlin, 2000). In particolare, la scissione proteolitica della caseina da parte di enzimi nativi o batterici produce peptidi coinvolti nel miglioramento del controllo della pressione sanguigna

(FitzGerald, 2004). Esperimenti in vivo e in vitro hanno dimostrato che questi peptidi bioattivi sono potenti inibitori dell'enzima ACE, responsabile della conversione dell'angiotensina I, sopprimendo così la genesi del peptide angiotensina II, che risulta essere un potente vasocostrittore (Karaki, 1990).

Sebbene questi peptidi non possano essere considerati sostituti della cura farmacologica, sono comunque attualmente utilizzati in preparazioni nutraceutiche, come ad esempio il preparato idrolizzato di caseina costituito da due tripeptidi di caseina, valineprolina-prolina e isoleucina-prolineprolina, che ha dimostrato di produrre significative riduzioni della pressione sistolica e diastolica in un ampio studio di pazienti con ipertensione lieve (Mizuno, 2005). Gli inibitori dei peptidi ACE nel latte possono quindi definirsi alimenti naturali preventivi potenzialmente utilizzabili per prevenire l'utilizzo di farmaci per regolare la pressione sanguigna elevata, con conseguente eliminazione degli effetti indesiderati che accompagna la cura farmacologica.

AZIONE IMMUNOMODULATRICE

Glicopeptidi, ormoni e frammenti peptidici derivati dalle immunoglobuline sono definiti immunomodulatori,

in quanto legati alla formazione di anticorpi, alla sintesi dei linfociti, nonché alla regolazione delle citochine (Monnai, Horimoto, & Otani, 1998) (Migliore-Samour, 1988) (Gill, 2000). Il latte contiene concentrazioni fisiologicamente rilevanti del Fattore di Crescita Trasformante b (TGF- β), una citochina espressa dalla maggior parte dei tipi cellulari, la cui ampia attività include l'immunomodulazione e la regolazione della proliferazione e differenziazione cellulare (David, 2018). Il latte umano contiene 1.5 mg/mL di TGF- β in concentrazione variabile, sulla base di fattori quali dieta, stress e stile di vita della madre (Reeves, 2013). Diversi studi clinici hanno dimostrato un'associazione positiva tra un'alta concentrazione di TGF- β nel latte materno e una diminuzione del rischio di malattie neonatali, comprese difficoltà respiratorie ed allergie (Oddy, 2010), è stata rilevata inoltre una correlazione tra le concentrazioni di TGF- β e la produzione di immunoglobuline infantili (Ogawa, 2004).

FUNZIONE ANTIOSSIDANTE

Gli alimenti contenenti naturalmente antiossidanti hanno la proprietà di neutralizzare i radicali liberi e conseguentemente limitare i loro effetti dannosi. L'attività incontrollata dei radicali liberi può portare a stress ossidativi, implicati nella lisi di composti biochimici vitali come lipidi, proteine, DNA, che possono portare a diabete, invecchiamento precoce, cancerogenesi e malattie cardiovascolari.

La capacità antiossidante del latte e dei prodotti lattiero-caseari è dovuta principalmente alla presenza di caseina, amminoacidi contenenti zolfo, come la cisteina, fosfato, vitamina A, E, carotenoidi, zinco e selenio. Recenti studi hanno dimostrato che la struttura primaria della molecola di caseina in particolare agisce da scavenger inibendo l'autossidazione lipidica catalizzata dalla lipossigenasi (Suetsuna, 2000), mentre le proteine del siero del latte hanno esplicano la loro funzione antiossidante grazie alla chelazione dei metalli di transizione da parte della lattoferrina (Tong, 2000) e all'eliminazione dei radicali liberi da parte degli amminoacidi contenenti zolfo (McCarthy, 2001). Le proteine del siero del latte, inoltre, aumentano il livello di glutatione perossidasi, che è uno dei più significativi sistemi antiossidanti solubili in acqua (Khan, 2019). Grazie alle sue proprietà, il latte può quindi definirsi un valido alleato per la difesa ossidativa, grazie alla sue proprietà protettive ha il potenziale di agire come coadiuvante nelle terapie convenzionali a fronte di malattie cardiovascolari, disturbi metabolici, salute intestinale e proprietà chemiopreventive (Khan, 2019).

CONCLUSIONI

Negli ultimi cento anni, i diversi componenti del latte e le forme primarie delle proteine del latte sono stati studiati con enormi progressi. La conoscenza della biodisponibilità e dell'ef-

ficienza di questi peptidi bioattivi sta portando alla comprensione del loro ruolo nella salute umana. A questo punto, ulteriori risorse sono necessarie al fine di conoscere al meglio il funzionamento dei peptidi bioattivi e favorire il loro massimo utilizzo nei sistemi di produzione alimentare. Una migliore comprensione delle diverse forme di proteine del latte può incoraggiare la commercializzazione e l'uso in strategie dietetiche.

La formulazione di prodotti che incorporano peptidi bioattivi dovrà esaminare l'allergenicità, la tossicità e la stabilità delle funzioni metaboliche interessate durante la digestione gastrointestinale. L'implementazione di piattaforme di ricerca integrate è ancora necessaria affinché la ricerca interdisciplinare chiarisca il ruolo e il meccanismo dei peptidi bioattivi derivati dal latte. Inoltre, prima che le formulazioni vengano utilizzate come agenti farmacologici o testate direttamente, è necessario considerare attentamente gli effetti positivi preliminari dei prodotti derivati del latte sulle malattie bersaglio. Nonostante i notevoli progressi nell'isolamento, purificazione e valutazione delle bioattività dei peptidi del latte restano ancora da superare diversi ostacoli, in particolare i progressi tecnologici per produrli su larga scala senza perdere attività. In conclusione, i peptidi bioattivi derivati dal latte offrono notevoli prospettive future per lo sviluppo di prodotti a supporto della salute, con le loro risorse multifunzionali.

ABSTRACT

Milk is a functional food because, in addition to the contribution of macro and micronutrients, it provides a series of secondary benefits, thanks to the presence of bioactive peptides and secondary metabolites produced by their

digestion. In this brief examination the main beneficial effects are examined, in particular the antimicrobial, antihypertensive, immunomodulatory and antioxidant functions.

BIBLIOGRAFIA

Per la Bibliografia accedere al link: www.scienzaemovimento.it/bibliografia/ferro

