



MILK-ED

MODERN AND INNOVATIVE ONLINE-BASED
KNOW-HOW ON EUROPEAN DAIRY PROCESSING

Lattosio

*In love with
milk industry!*



Funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This document reflects the view only of the author and the Commission cannot be held
responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1 LATTOSIO, LATTASI, INTOLLERANZA AL LATTOSIO

Il lattosio è un carboidrato, un disaccaride composto da glucosio e galattosio, che sono interconnessi da legami glicosidici. La concentrazione di lattosio nel latte dei diversi mammiferi varia tra lo 0 e il 10%, il valore medio del lattosio nel latte bovino è del 4,7%.

Tipo di latte	Lattosio (%)
MUCCA	4,7
CAPRA	4,7
PECORA	4,5
CAVALLA	6,2
BUFALA	4,8
UMANO	7,0

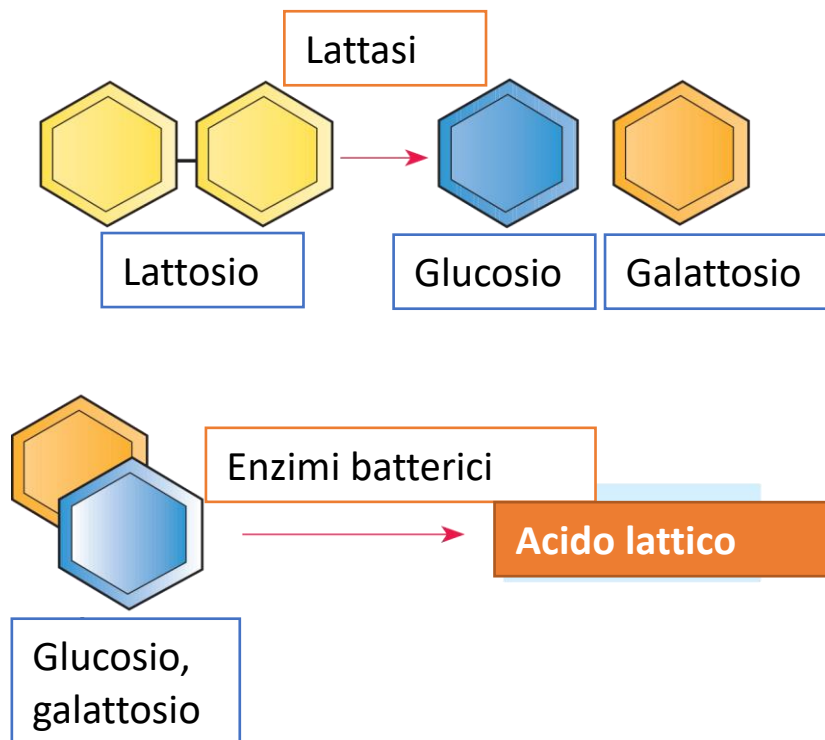
Il lattosio non è molto dolce (una soluzione contenente il 16% del lattosio è dolce come una contenente l'1% di saccarosio), quindi non viene usato come dolcificante. Il lattosio si trova solo nel latte, ma per le sue proprietà benefiche, viene aggiunto ad altri prodotti. Nel primo anno di vita del bambino, il lattosio del latte materno è la più importante fonte di energia mentre non ha alcun valore nutrizionale speciale per gli adulti.

Lo zucchero è un composto tipico del latte e rappresenta la quota maggiore dei solidi in esso contenuti oltre a costituire un importante indicatore della qualità del latte e della salute degli animali; per esempio, se un animale soffre di mastite, il suo latte presenta un contenuto inferiore di lattosio.

Informazioni sull'enzima lattasi

Ci sono due tipi di decomposizione del lattosio sia nella lavorazione che nel consumo del latte: uno che avviene nel **tratto digestivo** e nella **fermentazione con produzione di acido lattico**.

In entrambi i casi, il processo richiede l'**enzima lattasi**. Nel processo di idrolisi, la lattasi separa il lattosio in glucosio e galattosio che poi verranno fermentati fino ad acido lattico.



Decomposizione del lattosio nel tratto digestivo

Il nostro corpo decompone il lattosio prima che arrivi al tratto digestivo. I villi intestinali, infatti, secernono l'enzima lattasi (β -D-galattosidasi), che attraverso un processo di idrolisi scompone il lattosio in due zuccheri semplici, glucosio e galattosio, che possono essere entrambe assorbiti nell'intestino. Quando il consumo di latte (e lattosio) diminuisce, anche la produzione di lattasi diminuisce gradualmente nella maggior parte dei mammiferi (di solito associata alla crescita).

Intolleranza primaria al lattosio

Gli individui intolleranti al lattosio non possono secernere l'enzima, quindi il lattosio non viene scomposto e quindi forma gas nell'intestino, causando gonfiore, flatulenza, indigestione e altri sintomi. L'assenza dell'enzima lattasi si verifica meno frequentemente se il latte (bovino, caprino, ovino, ...) è una parte importante della dieta. Gli individui con intolleranza al lattosio possono utilizzare farmaci e integratori alimentari con attività dell'enzima lattasi, o consumare latte e latticini senza lattosio (nel senso che viene scomposto durante la produzione degli stessi).

Le persone che non tollerano questo zucchero hanno una carenza di β -galattosidasi nell'intestino tenue. Questo enzima è presente nei mammiferi durante l'allattamento, ma nella maggior parte degli individui,

L'attività della β -galattosidasi diminuisce dopo questo periodo, il che è caratteristico dell'ipolattasia (scarsa presenza di lattasi) primaria e causa i sintomi dell'intolleranza al lattosio. Questo disturbo colpisce circa il 70% della popolazione adulta mondiale. La prevalenza dell'intolleranza al lattosio nei paesi occidentali varia dal 4 al 50%.

Intolleranza secondaria al lattosio

L'intolleranza secondaria al lattosio è causata da condizioni mediche come il morbo di Crohn, la colite ulcerosa, la gastroenterite, la celiachia... malattie che causano una deformazione dei villi intestinali e una diminuzione della secrezione di lattasi. È importante notare che l'intolleranza al lattosio non è la stessa cosa dell'allergia al latte. L'allergia al latte è causata dalle proteine, non dai carboidrati, e quindi il latte senza lattosio non è adatto alle persone con allergia al latte.

Il lattosio è importante per la produzione di prodotti caseari fermentati

Alcuni microrganismi, specialmente i batteri lattici, possono scomporre o fermentare il lattosio in acido lattico e alcuni altri composti, il che è estremamente importante per l'industria casearia. Il disaccaride lattosio viene idrolizzato in due monosaccaridi: glucosio e galattosio; questi, a loro volta, possono essere completamente decomposti in CO₂ e acqua (metabolismo ossidativo) o fermentati. La fermentazione produce di solito vari prodotti come acidi organici (acido lattico, acido butirrico, ecc.), alcoli (alcol etilico, alcol butilico, ecc.) e gas (idrogeno, anidride carbonica, ecc.). La forma più importante di fermentazione nel latte è la fermentazione del lattosio in acido lattico. Questa trasformazione viene utilizzata nella produzione di formaggio, yogurt e altre bevande acide. Inoltre, mentre il glucosio viene fermentato in acido lattico dai batteri lattici, e il galattosio può diventare parte di glicolipidi e glicoproteine.

La lattasi nel processo di produzione del latte alimentare

La produzione del latte alimentare richiede l'uso di lattasi prodotta industrialmente la quale può essere ottenuta da lieviti come *Kluyveromyces fragilis* e *Kluyveromyces lactis*, o da funghi come *Aspergillus niger* e *Aspergillus oryzae*. Lo scopo principale del suo utilizzo è quello di decomporre il lattosio nel latte alimentare e renderlo adatto alle persone intolleranti al lattosio. La lattasi è anche usata nella produzione di gelati. Poiché il glucosio e il galattosio sono più dolci del lattosio, la lattasi viene utilizzata per produrre un sapore migliore. Il lattosio inoltre, cristallizza basse temperature, quindi l'uso della lattasi è importante anche per mantenere i gelati sufficientemente liquidi e con una struttura fine.

Disponibilità dell'enzima

L'enzima lattasi si trova nei batteri, funghi e lieviti. Nelle piante, si trova principalmente nelle mandorle, pesche, mele e albicocche. Nel commercio dei prodotti industriali, le fonti più comunemente usate di β -galattosidasi (lattasi) sono le muffe *Aspergillus* e *Kluyveromyces*.

Fonti batteriche della lattasi

La β -galattosidasi ottenuta dai batteri è usata per l'idrolisi del lattosio grazie alla sua alta attività, alla efficacia nella fermentazione e alla stabilità dell'enzima. È ottenuta dal batterio probiotico *Bifidobacterium* e viene utilizzata sia negli alimenti che nell'industria farmaceutica. Anche i batteri della specie *Lactobacillus*, originariamente isolati dal tratto gastrointestinale dei suinetti sono stati ampiamente utilizzati nella produzione di prodotti caseari fermentati. Oggi, nella produzione dello yogurt, vengono comunemente usati (previsti per legge), lo *Streptococcus thermophilus* ed il *Lactobacillus bulgaricus* come coltura starter. Grazie al batterio *Lactobacillus*, la β -galattosidasi (lattasi) è presente anche nella microflora intestinale umana, dove accelera la fermentazione del lattosio. Misurando l'attività di questo batterio, possiamo determinare la capacità della microflora intestinale.

Lievito

Il lievito *Kluyveromyces lactis* è una delle fonti più importanti di lattasi e viene spesso usato nell'industria casearia. Il pH ottimale di attività di questo lievito è compreso tra 6,0 e 7,0.

Inoltre esiste una lattasi acida che è attiva anche a freddo e che viene isolata da un ceppo psicrofilo (attivo a basse temperature) di lievito della specie *Guehomyces pullulans*; essa viene utilizzata nell'industria alimentare per l'idrolisi del siero e del latte. L'attività delle diverse lattasi è influenzata dalla presenza di diversi ioni, infatti le lattasi del lievito *Kluyveromyces lactis* e *Kluyveromyces fragilis* richiedono ioni come manganese (Mn^{++}), sodio (Na^+) e magnesio (Mg^{++}), mentre la presenza di metalli pesanti e calcio (Ca^{++}) inibisce l'attività enzimatica.

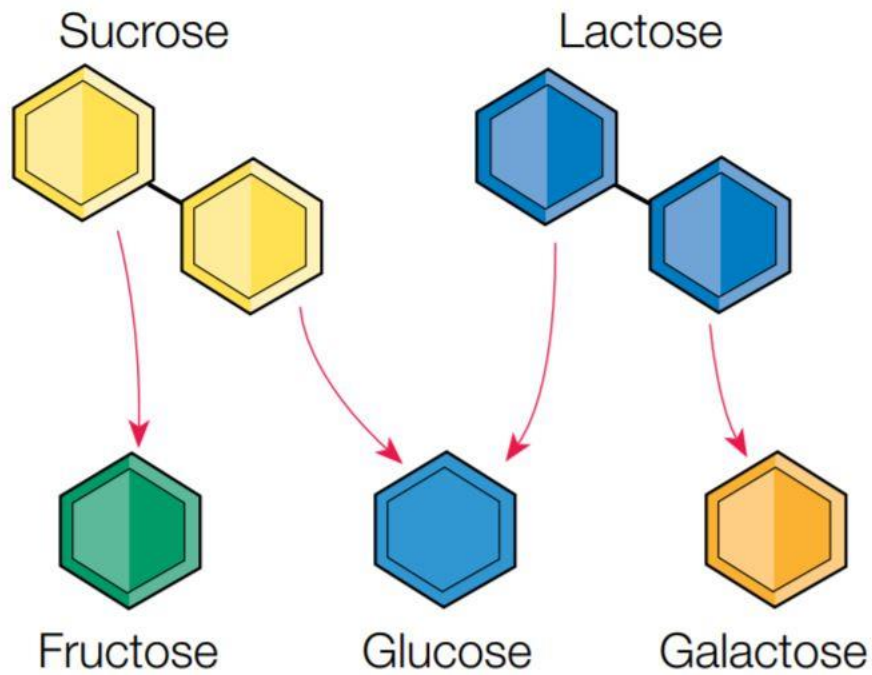
Muffe che producono lattasi

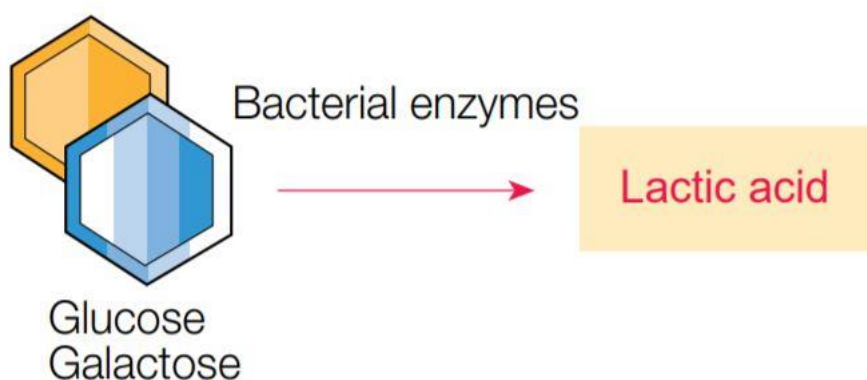
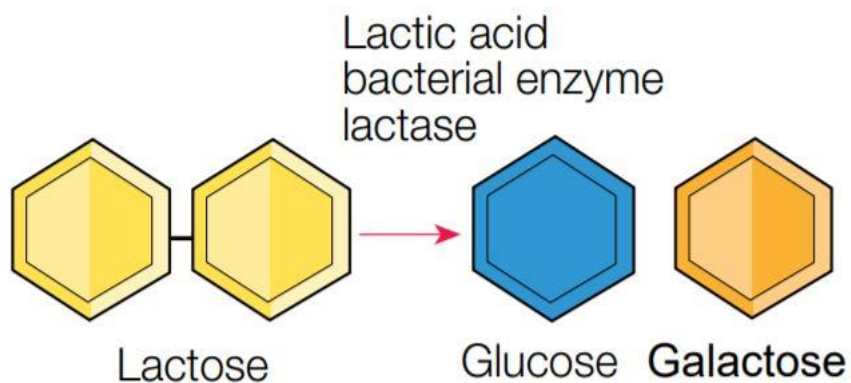
Le lattasi prodotte dalle muffe hanno un intervallo ottimale di pH in ambiente acido (da 2,5 a 5,4) e sono quindi più efficienti nell'idrolizzare il lattosio in prodotti acidi come il siero di latte. Le muffe producono enzimi molto stabili. Le fonti più comuni di lattasi di muffa sono alcune specie di *Aspergillus*. L'*Aspergillus oryzae*, per esempio, produce la lattasi, che viene venduta comunemente come integratore alimentare. L'attività dell'enzima lattasi si verifica 4 ore dopo l'ingestione.

Piante che producono lattasi

Le lattasi sono presenti anche nelle piante, dove contribuiscono alla crescita delle giovani piantine, all'idrolisi del lattosio e alla maturazione dei frutti. L'enzima partecipa alla maturazione dei semi di sesamo riducendo il contenuto di lattosio nella parete cellulare, il che facilita il processo di maturazione dei frutti. La lattasi della papaia causa l'idrolisi della parete cellulare e il conseguente

ammorbidimento del frutto durante la maturazione. La lattasi attiva si trova anche nella parete cellulare delle fragole (*Fragaria ananassa*), dove i frutti si ammorbidiscono a causa del rilascio di zuccheri liberi durante la maturazione.





Riferimenti:

Lattosio (1995) (pagina: 29-30) Dairy processing handbook. TetraPak

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani. 2010. Laktoza. Ljubljana. (elektronski vir) <http://wiki.fkkt.uni-lj.si/index.php/Laktoza> (2021)

Prehrana.si. Portale nazionale di hrani in prehrani. Vse o mleku, laktozi in laktozni intoleranci.

Lubiana <https://www.prehrana.si/clanek/217-vse-o-mleku-laktozi-in-laktozni-intoleranci> (2021)

Saqib, S., Akram, A., Halim, S. A., & Tassaduq, R. (2017). Fonti di β -galattosidasi e le sue applicazioni nell'industria alimentare. *3 Biotech*, 7(1), 79. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0645-5>